Il Secolo XIX
nella vita e nella cultura dei popoli

Il Secolo XIX
nella vita e nella cultura dei popoli

LE GRANDI OPERE

Ferrovie - Ponti e Viadotti - Gallerie - Canali di Navigazione
Porti e Fari - Cavi Sottomarini - Prosciugamenti e Bonifiche - Acquedotti

DESCRITTE DA

Luigi Forcellini e Pasquale de Luca

365 illustrazioni — 15 tavole colorate fuori testo

CASA EDITRICE
DOTTOR FRANCESCO VALLARDI
MILANO
Roma - Napoli - Torino - Genova - Firenze - Bologna
Pisa - Catania - Bari - Pavia - Cagliari - Sassari - Padova - Palermo
Trieste - Buenos Ayres - Alessandria d'Egitto

INDICE

Le ferrovie.

Le grandi linee extraeruopee.

La ferrovia in Italia.

Le ferrovie alpine.

Ponti e viadotti.

La galleria del Cenisio.

Attraverso il Gottardo.

Le altre gallerie.

Come si viaggia.

Il canale di Suez.

Gli altri canali di navigazione.

Porti e fari.

Cavi telegrafici sottomarini.

Prosciugamenti e bonifiche.

Acquedotti.

I battellieri della Senna distruggono il primo battello a vapore di Fulton.

(Composizione di R. Salvadori, su documenti dell'epoca).

LE GRANDI OPERE

INTRODUZIONE

Il vapore e l'elettricità — ecco i due mirabili elementi che faranno segnare il *Secolo XIX* nel gran libro della Fama, come il Trecento vi è segnato per le Lettere e il Cinquecento per la rinascenza delle Arti Belle.

Così l'una come l'altra invenzione appartengono è vero allo svolgersi degli studii del Secolo precedente, avendo già il meccanico inglese Giacomo Watt dato l'embrione dell'odierna macchina a vapore, e il lombardo Alessandro Volta costruite le prime pile; ma la vera e grande importanza delle due geniali scoperte non fu raggiunto che con le applicazioni successive, alle quali tanto deve il progresso scientifico, artistico e commerciale dei nostri giorni.

Fu il Vapore principalmente che apportò una grande rivoluzione nella vita intellettuale e materiale dei popoli; fu il Vapore coi suoi rapidi mezzi, che spinse l'uomo a tentare regioni ignote per allargare sempre più la cerchia fiorente delle sue cognizioni, a gittare enormi catene fra le rive dei fiumi e fra gli orli dei precipizii, a perforare per centinaia di chilometri immensi blocchi granitici, ad animare milioni di fabbriche colossali; fu il vapore sopratutto che alla testa di centinaia di altre scoperte scientifiche, tracciò un vasto solco nel lento cammino della civiltà universale.

Un bello e orribile
Mostro si sferra;
Corre gli oceani,
Corre la terra:

Corrusco e fumido
Come i vulcani,
I monti supera
Divora i piani;

Sorvola i baratri:
Poi si nasconde
Per antri incogniti,
Per vie profonde;

Ed esce; e indomito
Di lido in lido
Come di turbine
Manda il suo grido . . .

Così *Enotrio* nella sua forte giovinezza; e lo Schweiger, scienziato e poeta:

« Il vapore ha scosso dalla loro tranquillità contemplativa gli antichi paesi leggendarii. Oggi la locomotiva passa sbuffando davanti alle rovine d'Efeso; il suo rumore echeggia fra le colline dell'Acropoli d'Atene; il suo fumo si disperde fra le cime delle palme del delta del Nilo, e si sente il suo fischio presso il tempio di Delo e di Lahore e attraverso l'afosa valle del Gange; tutto ciò è una prova luminosa del come si sia, in così poco tempo, potuto spargere la cultura su tutta la terra. »

Noi infatti abbiamo visto, in meno di mezzo secolo, l'Oceano popolarsi di immani paesi galleggianti, e la terra largamente fiorire d'industrie. La montagna non ha avuto più segreti, la steppa più distanze, il deserto più paure... Le immense foreste furono abbattute, le pianure bruciate dal sole si dissetarono, le città sorsero miracolosamente, o si allargarono potentemente, levando al cielo un'infinità di negri tubi come un esercito di votive are fumanti...

Ma quanti sacrifici di vite e di capitali per raggiungere i risultati di cui tutto il mondo oggi si allieta! Quanti martiri noti od oscuri il famoso *aratro della civiltà* ha lasciato nei solchi fumanti di sangue.

Così tutta la storia delle attività umane. Quali grandi imprese furon compiute senza vittime, dall'epopea cristiana, che s'iniziò col prezioso olocausto del Messia, alla gloria Napoleonica, che costò migliaia e migliaia di lutti irreparabili?

Noi però, nel corso di questo lavoro che vuol illustrare le più rilevanti opere del secolo segnatamente quelle dovute alla Meccanica, alla Statica ed alla Dinamica, tutte conseguenze della prima invenzione ferroviaria, ci limiteremo ad accennare alle principali figure che vi concorsero in questo secolo con la genialità della loro mente e con la generosità del loro cuore, lasciando indietro i così detti precursori ed i pionieri secondarii per evitare quelle fitte selve di nomi che aggravano la lettura; nella guisa stessa onde non insisteremo sui particolari tecnici per rispondere convenientemente al programma dell'Editore, rendere il nostro lavoro accessibile ad ogni classe di persone, e farci seguire nella non facile via come si seguono le attraenti narrazioni dei romanzieri e dei poeti.

Giacomo Watt costruisce la prima macchina a vapore, a Glasgow.

LE FERROVIE

La prima locomotiva del Secolo — Trevethick e i precursori — L'automobile Cugnot — Il drago di Trevethick — I binarii — Il primo treno ferroviario — Stephenson « padre delle ferrovie » — La prima linea del mondo — La Liverpool-Manchester — Il *Rochet* di Stephenson — La prima vittima — Stephenson in famiglia — Il vapore in Francia — Victor Hugo e la bestia prodigiosa — Statistiche e caricature — La ferrovia in Europa e in America — L'estensione delle reti ferroviarie nel mondo — La *Transiberiana* e le velocità dei treni.

A Camborne, piccolo centro all'estremità occidentale di Cornovaglia, quel Natale si aspettava il nuovo Messia. Come diciotto secoli avanti (era il primo Natale del Secolo) la folla incredula accorreva verso la nuova grotta meravigliosa, nella quale a furia di cure incessanti e di lunghe veglie notturne, si era animata una nuova macchina che pareva uscita da una fucina infernale.

I buoni cornovallesi avevano allora una limitatissima cognizione delle macchine a vapore, che da oltre cinquant'anni s'erano andate moltiplicando e modificando — dalla prima ed inservibile pompa di Newcome, ai motori di Papin, Savery, Hull, Périer, Jouffroy, Synimgton, Watt; nè le cronache parigine del disgraziato esperimento Cugnot erano giunte fino in quell'angolo remoto. Sicchè poteva ritenersi legittima la loro paurosa curiosità.

— Che sia uno stregone, Mister Trevethick ? — domandava pauroso un della folla, abbassando la voce.

— Lui uno stregone — rincarava un altro sbracciandosi e scalmanandosi — Lui uno stregone e la sua carrozza di fuoco un diavolo!

— *Libera nos Domine!* . . .

Macchina atmosferica Newcomen.

Un brivido correva veloce da una schiera all'altra, e qualcuno avrebbe certo pensato a metter fuoco alla casa dell'impostore, se mastro Riccardo Trevethick, dall'alto del suo stupefacente veicolo a tre ruote, guidando la più piccola d'essa messa al posto dei cavalli, non fosse apparso sulla soglia dell' officina mentre un grigio pennacchio di fumo si levava dal lungo tubo attaccato alla parte posteriore della macchina.

— Dàgli al collega di Satanasso! — pensò di gridare uno degli attoniti spettatori; ma dalle cento bocche non usci che un *urrah* d'ammirazione, mentre lo strano automobile si faceva largo rumoreggiando sul terreno battuto.

— Chi vuol favorire? — invitò allora il grosso artefice, con un sorriso di trionfo in tutta la faccia spelata.

— Nessuno! Nessuno! — gridarono le donne, sbigottite, trattenendo i loro uomini; ma il più animoso si fece innanzi con una scrollatina di spalle.

— Vengo io, mister Trevethick. Tanto e tanto all'inferno devo andarci lo stesso!

E un altro ne seguì l' esempio, poi un terzo, un quarto . . . e la carrozza si riempì tosto, trasportandoli a traverso la cittaduzza, con una velocità che faceva venire il mal di mare . . .

Macchina a vapore Newcomen (Secolo XVIII).

Per qualche settimana non si parlò d'altro, e i buoni cambornesi non la rifinivano di dirne mirabilia in ogni angolo della provincia, scrivendone ai parenti lontani e invitando gli amici della Capitale ad accorrere per quell'ottava meraviglia. Il medesimo entusiasmo che trent'anni prima aveva coronato il mentovato esperimento di Cugnot, che col suo pesantissimo carro trascinato da un'enorme caldaia, aveva attraversato Parigi (1). E la mede-

(1) La caldaia dell'automobile Cugnot pendeva libera davanti alla ruota motrice, ed era unita a due cilindri a vapore posti verticalmente, nei quali il motore agiva sopra un lato solo di ogni stantuffo. Il meccanismo regolatore dell'alternato sollevamento degli stantuffi era piuttosto complicato ma molto ingegnoso. L'organo più

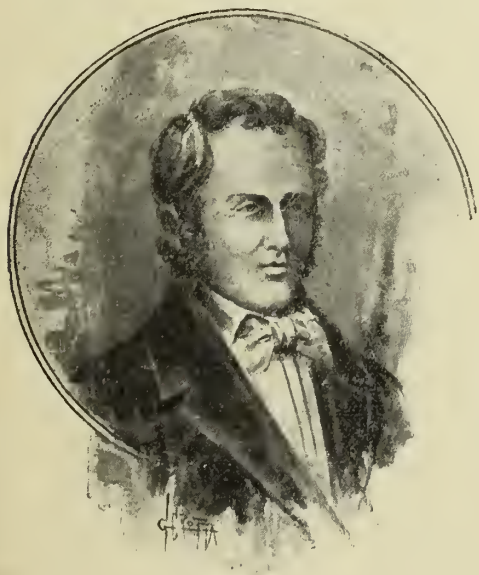
sima fatalità che aveva amareggiata la gioia dell'inventore francese, si affrettò a colpire crudelmente il disgraziato meccanico inglese. Poichè, come il pesante carro Cugnot andò ad aprire la breccia in un vecchio muro, sfasciandosi in pezzi (1); l'*Iron Devij*, il diavolo di ferro di maestro Riccardo Trevethick, fu divorato dallo stesso elemento che lo animava.

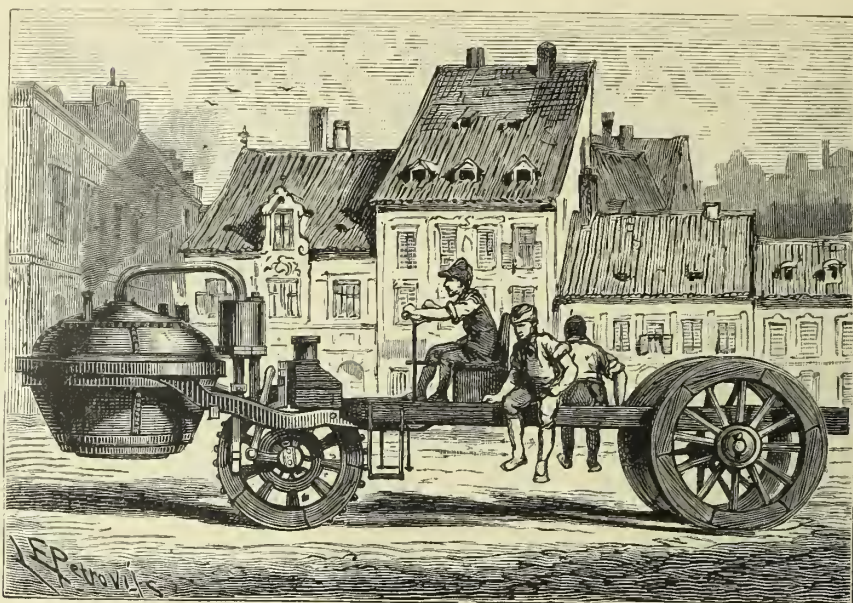
Dionigi Papin
precursore della macchina a vapore (Secolo XVII).

Pochi giorni dopo il primo giro trionfale, nel recarsi da un signore delle vicinanze che intendeva felicitarsi con lo scopritore, il meccanismo della meravigliosa carrozza s'era guastato. Fermatisi in un'osteria di campagna, a mezza strada, mastro Trevethick e gli amici partecipanti alla gita di piacere, per mandar giù la collera della cattiva prova, avevano d' un tratto assistito alla irreparabile distruzione di tutt' i sogni e di tutt'i travagli dell'ingegnoso scopritore. Al posto della vettura non restò più che un mucchio di ferramenta bruciate... Il Trevethick però non si fece vincere dalle prime sventure, tanto più che un suo intraprendente congiunto, certo Vivian, gli forniva il mezzo materiale di foggiare una nuova macchina. E con essa, infatti, dopo tre soli mesi percorrendo 14 miglia geografiche, si recarono a Plymouthe, di lì passarono a Londra, le cui vaste contrade furon percorse in lungo e in largo dal « drago di Trevethick ».

Riccardo Trevetick.

Senonchè, anche questo nuovo « successo » ebbe corta durata. Il cattivo stato delle vie londinesi ostacolava la corsa dell'automobile e ne guastava il meccanismo; sicchè un brutto giorno, il povero inventore, abbandonato dal parente — che se provvisto di beni materiali non possedeva uguale energia, — fu costretto a disfare la sua macchina per venderne separatamente e a più riprese i complicati pezzi di ferro.

Egli non aveva pensato — come non ci avevano pensato l'ingegnere francese e il meccanico Murdock, discepolo di Watt e inventore a sua volta di una locomobile ad alta pressione e riscaldata ad alcool — che c'era un mezzo conosciuto fin dal secolo XVII per facilitare la corsa dei veicoli; e quando

notevole di quel meccanismo era la trasmissione con leva che regolava l' alternato chiudersi ed aprirsi dei robinetti per l'introduzione del vapore.

(1) Il memorabile veicolo, rimesso insieme dopo lo sfasciamento, è tuttora custodito nel « *Conservatorie des Arts et Métiers* » a Parigi.

Il carro a vapore dell'ing. Cugnot (Parigi 1769).

ne venne a conoscenza, gli parve di rinascere, mentre gli assopiti sogni della sua fantasia si ridestavano come a un colpo di bacchetta fatata.

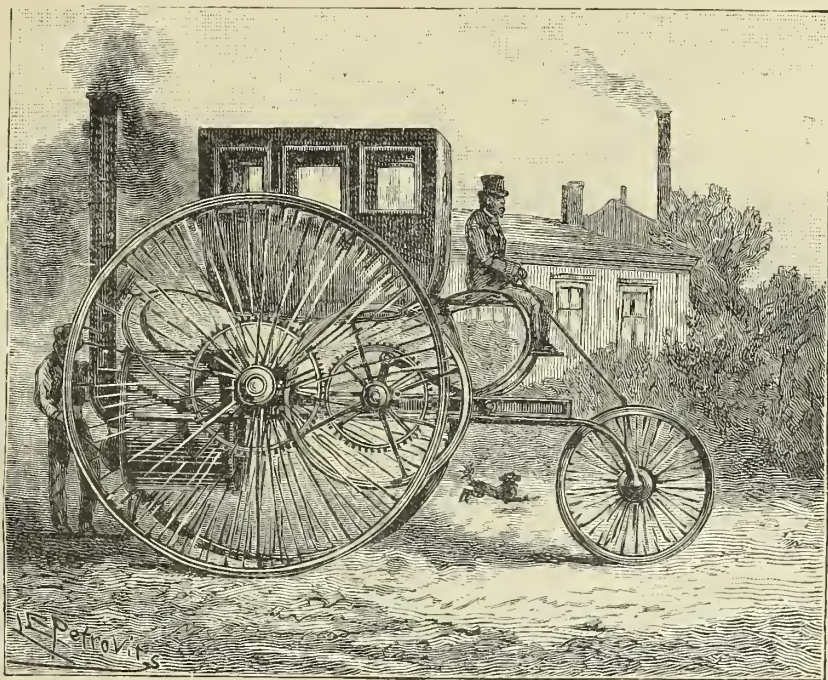
Datava già da parecchio l' uso di guarnire di legname i solchi scavati nel suolo dalle ruote dei carri di trasporto, e ciò specialmente nelle miniere di carbone. Verso la fine del secolo XVII, in quelle della Contea di Galles, si incominciò a facilitare il rotamento dei carri coll' intagliare una scanalatura nelle guide di legno e un rispondente risalto nelle ruote dei veicoli.

Poi visto che il legname si consumava in breve tempo, si pensò ad inchiodarvi delle fasce di ferro. Fu soltanto verso il 1780 che l'ingegnere Guglielmo Reinolds sostituì alle solite fasce le prime guide di ferro fuso.

Di lì a pochi anni, Jessop munì le ruote dei carri di un bordo sporgente, come lo hanno al presente quelle dei vagoni e delle locomotive, e formò le rotaie con barre di ferro fissate su trasversali travi di legno. Furono così formate le prime strade ferrate, sulle quali tuttavia non agiva che la sola forza motrice degli animali.

Osservato ciò mastro Trevethick in un suo occasionale soggiorno a Glamorgan, che a quell' epoca era un importante distretto per l'industria del ferro e del carbone, e dove varie strade a rotaia menavano dalle miniere di carbone e dalle officine alla costa del mare, si diede nuovamente a costruire una terza macchina che ben presto volle mettere in azione sulla via allacciante le ferrovie di Merthyr-Tydfil con Cardiff anche allora grandissimo emporio di carbon fossile.

Così nei primi giorni di febbraio del 1804, il primo treno formato dalla macchina Trevethick e da cinque carri carichi di 10 tonnellate di ferro e di 70 uomini, percorse 9 miglia inglesi in 5 ore.

Ma neppure stavolta la soddisfazione dell'ingegnoso meccanico ebbe lunga durata: pareva che il pover'uomo avesse un cattivo genio sempre attaccato alle

La carrozza di Trevethick.

calcagne, e quand' egli se ne convinse un fatale accasciamento fiaccò la sua già forte e tenacissima fibra.

I successivi esperimenti fatti con la medesima locomotiva e con altre dopo non riuscirono soddisfacenti, poichè le macchine di piccole dimensioni non avevano forza bastante da trasportare alcun peso, o ben poco oltre il proprio, e quelle più grandi e potenti spezzavano le traverse di legname o s'affondavano con esse nel terreno. In un' ultima corsa sulla via di Homfray la locomotiva uscì dalle rotaie, che formavano un grande ovale, e si rovesciò (1).

E con essa e con le cadute e gli sprofondamenti ripetutisi più tardi sui binarii di Wylamer e su quelli appositamente costruiti alla Capitale, si atterrarono tutte le speranze di mastro Riccardo che non ebbe più forza di resistere all'avverso destino, e che per mancanza di denaro e fatto segno della generale opposizione, ritornò all' antico suo mestiere di costruttore di macchine fisse e ad alta pressione, ritirandosi sconsolato nella fuligginosa contea di Northumberland, culla di colui che doveva dopo un ventennio reailzzare tutt' i suoi sogni e meritare il nome di « padre delle ferrovie »!

Toccò, infatti, a Giorgio Stephenson, di Wylam, piccolo villaggio della suddetta contea, e povero minatore analfabeta fino ai dieciassette anni, la gloria di formare, mediante successivi miglioramenti, una locomotiva che scioglieva trionfalmente il problema della trazione a vapore. E venne quindi costruita in Inghilterra, e solennemente inaugurata, il 27 Settembre 1825, la prima ferrovia propriamente detta, da Darlington, capoluogo d'una fra le più ricche regioni carbonifere, a Stockton.

(1) Al medesimo posto in cui era la strada ovale di Mastro Trevethick, sorse poi la più grande stazione d' Europa e del mondo, dopo la stazione di Boston: quella della North-Western.

Fu quello il più interessante e solenne avvenimento del mondo ferroviario. Il treno composto di 34 carri con 450 persone, e pesava 90 tonnellate, compì il viaggio, per la totale lunghezza di circa 14 chilometri e mezzo, in un' ora e cinque minuti, vale a dire con velocità per quel tempo meravigliosa. Quella locomotiva aveva però ancora due gravi difetti, uno dei quali era la poca superficie di riscaldamento della caldaia, l'altro l'insufficiente tiraggio del fumajuolo. Riparò al primo l'ingegnere francese Marco Seguin, inventando nel 1829 la caldaia tubolare, composta di molti tubi orizzontali; e al secondo lo stesso Stephenson, immettendo nel fumajuolo il getto di vapore, dopo ch'esso aveva agito sullo stantuffo della macchina.

Giorgio Stephenson.

Neanche in questa occasione, però le cose andaron lisce come olio.

Malgrado il felice risultato sulla linea Darlington-Stockton, vi furono da parte del governo inglese, — influenzato specialmente dal duca di Bridgewater, il quale per egoistici fini smaltiva ai quattro venti i suoi sciocchi paradossi, affermando per esempio che la diabolica innovazione avrebbe costituito un vero pericolo con le scintille lanciate dalla locomotiva, per le campagne, per i fabbricati, per gli uccelli, per le anitre, per le donne inferme persino! — vi furono vivissime opposizioni alla costruzione d' altre ferrovie.

A titolo di curiosità, ci piace riportare qui il brano di una rivista del 1825, la *Quarterly*, che, pur mostrandosi favorevole alla costruzione della linea Liverpool-Manchester dava del visionario a Stephenson per le sue asserzioni intorno alla velocità dei treni. « Chi potrebbe trovare un assurdo più manifesto, una pretesa più ridicola di quella di viaggiare con locomotive d' una velocità doppia delle carrozze da posta? Tanto sarebbe viaggiare su di una bomba! » E il prudente apostolo del progresso conchiudeva: « Vogliamo sperare che il Parlamento non approvi alcuna domanda di ferrovia senza prescrivere che la velocità di *nove miglia all'ora*, (1) — la massima che possa adottarsi senza pericoli — non debba essere giammai superata! »

(1) Circa quattordici chilometri.

Una carrozza a vapore messa in azione ad Hounslow (Inghilterra) l'11 agosto 1829.
(da una stampa dell'epoca).

Il Governo, infatti, ci pensò molto, e la concessione per tale linea non venne accordata che il 5 Maggio 1826, benchè il compiuto progetto e la domanda fossero stati già presentati da mesi e mesi.

Così si pose mano ai lavori, sotto la direzione di Giorgio Stephenson, che

La prima caricatura sui disastri d'una macchina a vapore
(da una pubblicazione del 1830).

concepì e disegnò ciascun dettaglio — come dischi girevoli, segnali, passaggi a livello, macchine ausiliarie, e tante altre cose affatto nuove — e contro il volere di alcuni lordi che si opponevano armati al tracciamento degli ingegneri presso le loro possessioni.

Una vettura a vapore vista in Inghilterra nel 1830.

Giorgio Stephenson superò felicemente un' altra difficoltà; quella della cedevole maremma di Chat-Moss, posando su di essa, per l'intera lunghezza, un sottile ponte galleggiante, composto delle rotaie e di appoggi di legname e fascine, che riuscì pieghevole, elastico, e nello stesso tempo sicurissimo.

Nell' autunno del 1829 già era ultimata gran parte della linea, talchè vi si potè effettuare non lungi da Liverpool la memorabile gara di corsa colle locomotive, indetta il 25 Aprile di quell' anno dall' Amministrazione della ferrovia Liverpool-Manchester, colla promessa di 500 sterline per una macchina munita di molle, che trasportasse il triplo del suo peso, percorrendo almeno 15 chilometri all' ora, e non costasse più di 550 sterline.

I concorrenti furono tre, e la palma toccò ancora a Stephenson, la cui macchina denominata *Rocket* (*Razzo*), oltrepassò considerevolmente i limiti fissati, trasportando il quintuplo del proprio peso, con una velocità di 30 chilometri all' ora (1).

Dopo l'aggiudicazione del premio, Giorgio Stephenson, non più impedito dalle norme che avevano regolata la gara, fece una corsa di chiusura colla rapidità di 52 chilometri all' ora.

Fu quello un trionfo che sorpassò di gran lunga l' aspettativa anche dei suoi più caldi e convinti fautori, e valse a rompere i pregiudizii degli oppositori e a render tutti persuasi degl' immensi vantaggi che avrebbe arrecato il nuovo sistema di locomozione.

Circa un anno appresso la linea Liverpool-Manchester era interamente

(1) Nelle attuali locomotive sono riprodotti i principali elementi del *Rocket* di Stephenson.

compiuta, e vi si fecero le prime prove di corsa colla *Nortumbrian*, che trasse rapidamente il treno lungo il *tunnel* di Liverpool e la trincea, e sui viadotti, e sui ponti, e sulla temuta palude di Chat-Moss . . .

The Rocket (il Razzo) di Giorgio Stephenson.

Ecco le testuali parole di un magnate che partecipò a queste prove: « Il talento e l'intrapendenza, che riuscirono a far sì che due sottili spranghe di ferro potessero sostenere treni lunghi e pesanti di carri carichi di merci a traverso ad una larga palude, sulla quale prima nè uomini nè bestie potevano passare senza pericolo di trovare nelle sue nere profondità una morte orribile, è superiore a ogni lode e meritevole di esser notato dalla storia fra le opere più ardite. Ora su quella palude posa un ponte sottile, lungo parecchie miglia, composto di due esili rotaie di ferro e di fascine, piano come uno specchio d'acqua, elastica e pieghevole come un osso di balena; e pur sicuro come se posasse sul marmo! »

La ferrovia a cavalli Linz-Budweis.

Il 15 Settembre 1830, giorno dell' inaugurazione della Liverpool-Manchester, fu una festa nazionale, alla quale presero parte, oltre ad innumerevole popolo, i rappresentanti del Governo e gli uomini più notevoli della nobiltà, della politica, dell'arte e della scienza.

Il treno degl'invitati, seguito da altri treni mosse da Liverpool, fra le salve del cannone, il suono delle campane e lo squillar delle trombe; e trasportato dal *Drago* di Stephenson percorse l'intera linea con la velocità di 48 chilometri all'ora. E lungo tutta la via gli spettatori affittivano, agitando i fazzoletti e salutando entusiasticamente . . .

In una stazione intermedia — narra un cronista — fu necessaria una lunga fermata per fornire le macchine d'acqua. Il duca di Wellington, capo del governo, col principe Esterhazy e i membri del Parlamento Brich, Earle, Holmes ed Huskisson scesero dal treno s' indugiarono a chiaccherare presso la carrozza d'onore su un binario laterale. D'un tratto s'udì un grido d' avviso: la macchina, per una manovra, veniva a tutto vapore. Tutti fuggirono, ad eccezione di Huskisson che perdette la presenza di spirito e fu investito. Un urlo di terrore echeggiò intorno, e Huskisson fu raccolto svenuto: il giorno dopo spirò. Fu la prima vittima, del *bello e orribile mostro* . . .

L' incendio della carrozza di Trevethick.

Il giorno dopo (16 settembre 1830) la ferrovia veniva aperta allo scarso pubblico ancora dubbioso . . .

Samuele Smiles, l'autore del *Self-Help*, narra con ogni particolare l'avventurosa vita del « padre delle ferrovie ». Essa è una delle più evidenti conferme del *volere è potere*, e qualche dato merita di essere qui riassunto prima di lasciare le prime ferrovie inglesi. Giorgio Stephenson nacque, come si accennò, a Wylam, poco lungi da Newcastle, il 9 giugno 1781. Suo padre era fuochista della pompa a vapore che estraeva l'acqua dal fondo della miniera carbonifera di quel povero villaggio; egli a otto anni menava al pascolo una mandra di vacche, lungo il fiume Tyne, e cumolava l'uffizio di guardiano della via ferrata sulla quale scivolavano i pesanti carri della miniera, tirati da cavalli, e carichi di carboni. E fu allora che cominciò a sognare, ad occhi aperti, i suoi lunghi sogni ferroviarii . . .

Assistendo più tardi il padre, imparò il mestiere del fuochista anche lui, e si familiarizzò ben presto con la macchina a vapore, sì che spesso la smontava per esaminare il complesso organismo.

L'opposizione dei proprietari inglesi al tracciamento della prima ferrovia.

Avido di conoscere qualcosa intorno alle altre macchine che uscivano dalle officine di Watt e di Bulton, fece di tutto per imparare a leggere, la « meravigliosa virtù che è la chiave di tutte le arti » e, prima da un maestro serale di Walbottle, poi da un pedagogo scozzese, a Newburne, apprese a diciotto anni le prime nozioni di lettere e di aritmetica. Tre anni dopo, mentre era sorvegliante della macchina di Wellington-Ballast-Hill, altro meschino villaggio di quei dintorni, unì la sua misera sorte a quella di una cara fanciulla — Fanny Henderson, dalla quale ebbe un figlio: Roberto. L'idillio s'era iniziato col rabberciamento di un paio di scarpe di lei, eseguito da lui, che a tempo perso faceva il ciabattino, come più tardi, grazie al suo versatilissimo ingegno, fece l'orologiaio. Il poverino non ebbe a goderne a lungo i frutti: l'amata compagna lo abbandonò per un'improvvisa infermità appena quattr'anni dopo il matrimonio!

Egli allora si dedicò tutto all'educazione del suo piccolino, e a misura che quello andava avanti nello studio, progrediva anche lui nella cultura, come in una gara d'emulazione. Così venne il 1814 epoca in cui, apportando varie modificazioni, alle automobili di Trevethick, Blenkinsop, Chapmann, Brunton e Blackett, diresse, nelle officine di Killingworth, la celebre macchina a ruote accoppiate, che fu la sentinella avanzata di tutte le altre del genere. Dopo di essa venne l'inaugurazione della Liverpool-Manchester, con la quale Giorgio Stephenson entrò per la gran porta nel tempio della Fama, e i popoli dei due mondi s'inchinarono a lui riverenti.

Giorgio Stephenson morì a Tampton il 26 Luglio 1848, quasi ottuagenario. Recatosi a Birmingham per presenziare una riunione d'ingegneri meccanici e leggere una memoria *intorno ai sofismi della macchina rotatoria*, di ritorno a casa fu colto da una febbre intermittente che spense la gloriosa can-

dela della sua vita, mentre una grande statua che ne riproduceva le fattezze, viaggiava per Liverpool, dove, ad eternarne la memoria, fu collocata nel palazzo di San Giorgio. Un altro marmo gli fu consacrato poi a Londra, nell'ampio vestibolo della Nord-Ovest. La spesa fu ricavata da una sottoscrizione volontaria, in cui figurano 3150 operai.

La Francia seguì presto l'esempio dell'Inghilterra, e inaugurò in ottobre del 1830 il suo primo tronco di ferrovia lungo 15 chilometri, sulla linea da Saint-Etienne a Lione. Per la seconda però occorsero varii anni, essendosi soltanto il 24 agosto 1837 aperta la linea da Parigi a S. Germano.

Come in Inghilterra, così i Francesi ebbero sul principio gran paura del

Inaugurazione della linea Liverpool-Manchester — La prima vittima (15 sett. 1830).

vapore e della sua lunga coda. Il ricordo, esagerato dal racconto di padre in figlio, delle prime prove Cugnot, rendeva titubanti, e il celebre motto di Rossini, propalato dagli interessati trovava una larga eco di simpatie facendo preferire la diligenza piena di scossoni e di sonagliere. Alcuni scrittori vollero allora vincere la sfavorevole impressione, e prima M.me de Girardin, poi la più possente voce della Francia si levarono a magnificare S. M. la Locomotiva e il suo seguito.

«... Viva la ferrovia! — gridava la prima, entusiasticamente. — Si va con una rapidità spaventevole, e tuttavia non si sente lo spavento di tale rapidità; si ha più paura nelle carrozze postali, veramente, o in diligenza allorchè si discende la più piccola altura, e si corre un rischio assai maggiore ...»

E Victor Ugo, scolpiva, descrivendo alla moglie il suo primo viaggio da Anversa a Bruxelles, appunto nel 1837:

«... Partii alle 4.10 e alle 8.15 ero già tornato, dopo aver passato cinque quarti d'ora a Bruxelles e fatte ventitrè leghe di Francia.

Rimedio contro i disastri ferroviari — da una caricatura di *Cham*.
(*Illustrazion* del 14 nov. 1846).

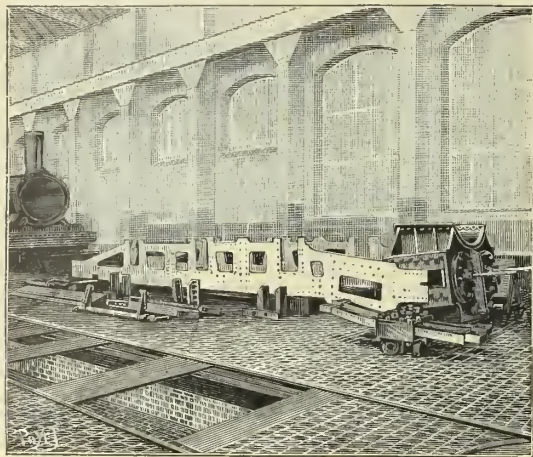
« È un movimento magnifico e che bisogna aver sentito per rendersene conto. La rapidità è inaudita. I fiori ai lati della via non sono più fiori, sono macchie, anzi sono strisce rosse o bianche: niente più punti, tutto diventa linee; le biade sono folte chiome verdi, i trifogli sono lunghe trecce verdi; le città, i campanili e gli alberi danzano e si perdono follemente nell'orizzonte; di tanto in tanto, un'ombra, una forma, uno spettro, ecco, appare e scompare, come un lampo, a traverso lo sportello: è una guardia ferroviaria che, secondo l'uso, presenta militarmente le armi al convoglio.

« Si dice nella vettura: — Siamo a tre leghe; ci saremo fra dieci minuti!

« La sera, nel tornare, cadeva la notte. Io ero nella prima vettura. La locomotiva mi fiammeggiava davanti con un rumore terribile, e grandi raggi rossastri, che tingevano gli alberi e le colline, giravano con le ruote. Il treno che andava a Bruxelles s'è incontrato col nostro. Nulla di spaventevole come queste due rapidità che si costeggiano e che, per i viaggiatori, si moltiplicano l'una per l'altra. Non si distingueva nulla da un treno all'altro: non si vedevan passare nè vagoni, nè uomini, nè donne: si vedevan passare delle forme biancastre o scure in un turbine. Da quel turbine uscivano delle grida, degli ululati. Vi erano sessanta vagoni per parte, quindi più di mille persone trasportate le une al nord le altre al sud, come dall'uragano.

« Occorre uno sforzo per non figurarsi che il cavallo di ferro sia una vera bestia. La si sente soffiare nel riposo, lamentarsi alla partenza, guaiolare in cammino: suda, trema, fischia, nitrisce, si rallenta, trascina; enormi rose di scintille sprizzano gialle ad ogni giro di ruota o dai suoi piedi, e il suo respiro se ne va al disopra delle vostre teste in belle nuvole di fumo bianco, che si lacerano sugli alberi della strada ».

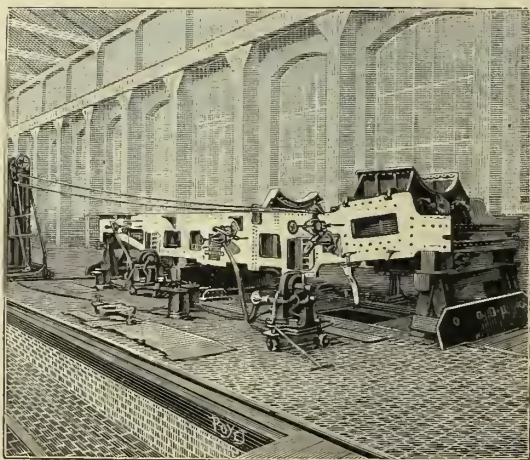
E conchiudeva, meravigliato: « Si comprende come non vi sia che questa bestia prodigiosa per trascinare mille o millecinquecento viaggiatori tutta la popolazione di una città, facendosi dodici leghe all'ora ».

Che avrebbe detto l'immenso Autore delle *Leggende*, oggi che quella velocità è quintuplicata?

Una locomotiva nella prima ora.

Intanto la colorita descrizione del Poeta francese richiama alla mente la non meno pittoresca strofe del nostro Poeta vivente:

> Già il mostro conscio di sua metallica
> anima, sbuffa, crolla, ansa, i fiammei
> occhi sbarra: immane pel buio
> gitta il fischio che sfida lo spazio...

Tornando alla Francia aggiungeremo che più tardi, specialmente dopo il primo disastro del 1842, quando un grosso incendio ferroviario gittò un nuovo pànico nella popolazione che pareva già abituata all'enorme Pegaso fumante, rincominciarono le perplessità e non bastò più la sfolgorante parola di Victor Hugo. L'*Almanach de France* credette allora utile di pubblicare la seguente statistica, che assume oggi tutta l'importanza di un documento storico:

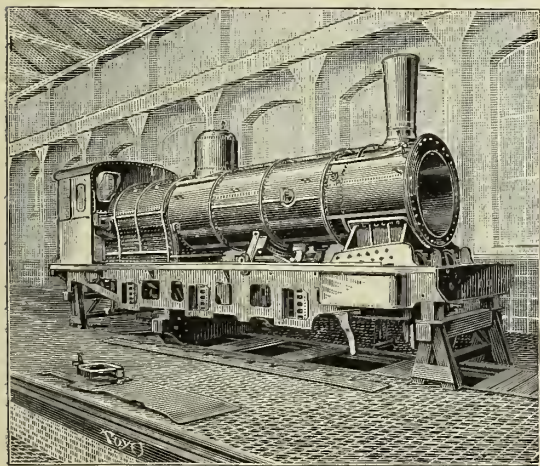
« In Francia, sulla linea ferroviaria da Parigi a Corbeil, dal 10 settembre 1840 al 10 luglio 1843, sopra 2,200,000 viaggiatori, uno solo è stato ferito. Dal mese d'agosto 1837 al settembre 1844 quello di Saint-Germain ha trasportato oltre sei milioni di passeggieri dei quali uno solo è morto! Nel 1842, le ferite o contusioni sono state nella proporzione di un ferito ogni 100,000. Da un rapporto ufficiale, per il 1.° semestre 1843, sulle sei linee ferroviarie che fan capo a Parigi, e il cui sviluppo totale è di oltre 340 Km., dal 1.° gennaio al 30 giugno, han circolato 18,466 treni portanti 1,889,718 viaggiatori; essi han percorso 510,215 Km. o circa 127,554 leghe, e nessuno è stato nè ferito, nè ucciso: le tre sole vittime erano impiegati ferroviarii.

Una locomotiva nell'undicesima ora.

« Ora, solo a Parigi, 11 persone in media sono uccisi annualmente per gli accidenti delle vetture, e più di 300 ne riportano ferite più o meno gravi! »

Altri documenti, troviamo nei giornali illustrati, dovuti in ispecie alla vivace matita di *Cham*, di cui ci è parso opportuno riprodurre la graziosissima caricatura pubblicata dall'*Illustration* del 14 Nov. 1846.

Sei anni dopo il concorso, a cui lo Stephenson aveva preso parte con la prima vera locomotiva, si contavano già in Europa 867 chilometri di strade ferrate, 461 dei quali appartenevano all' Inghilterra, 245 all' Austria, 141 alla Francia e 20 al Belgio. Successivamente costruirono e apersero nuove linee gli altri Stati d'Europa, cioè: una di 7 chilometri la Baviera, nel 1836; di 40 la Sassonia, nel 1837; di 26 la Prussia, 28 la Russia, e 25 i Principati e città libere della Germania, nel 1838; di 42 il Regno di Napoli, nel 1839; di 18 il Granducato di Baden, nel 1840; di 93 la Toscana, nel 1844; di 83 l'Olanda e 80 il Regno di Sardegna, nel 1848; di 28 la Spagna, 32 la Danimarca e 27 la Svizzera, nel 1849. La Svezia e la Norvegia non ebbero alcuna ferrovia prima del 1852, il Portogallo solo due anni appresso, e ancora più tardi lo Stato Pontificio, la Turchia, la Grecia e la Rumania. Negli Stati Uniti d'America, nel 1827 erano in esercizio soli 5 km. di strade ferrate; al 1850 quei 5 km. erano diventati 14,560; dieci anni dopo erano più che triplicati.

Una locomotiva della ventiduesima ora.

Nel 1855 l'Europa e l'America erano fornite ormai di 65.000 chilometri di ferrovie, e quelle dell'America raggiungevano quasi la metà dell'intera lunghezza. A quel tempo le altre parti del mondo ne avevano appena costruito 452 Km., dei quali l'Asia 251, l'Africa 146 e l'Australia 55.

Una locomotiva nella trentatreesima ora.

Oggidì la rete ferroviaria del mondo intero ha la stupefacente lunghezza di circa 700.000 chilometri, rappresentante circa dieciotto volte la circonferenza massima del globo terrestre.

Alla fine del 1896 l'America ne aveva 363.685 Km.; l'Europa 243.899; l' Asia 43.279; l'Africa 13.143, e l'Australia 22.349.

Eppure l'immensa rete va sempre aumentando per nuove linee o nuovi tronchi d'allacciamento colle linee principali dei singoli Stati. Dal 1891 al 1896 essa, in tutto il mondo, ha avuto uno sviluppo maggiore di 62.465 chilometri. Le ferrovie d'America hanno aumentato del 7.30 per cento; la Cina del 22.10; l'Africa del 25.20; l'Australia del 12.70. Le regioni d' Europa — che in sei anni costruirono 22.104 chilometri di strada ferrata — figurano nell' aumento come segue: la Russia,

Una locomotiva nella quarantanovesima ora.

21.40 per cento; la Germania 7.20; la Francia 6.50; l' Austria-Ungheria 7.60; l'Italia 13.70; la Spagna 18.30; la Svezia 17.70.

E si capisce come la Russia rappresenti la massima percentuale: in essa vanno compresi i lavori per la ormai famosa *Transiberiana*, che rappresenta un'impresa più che altra mai colossale.

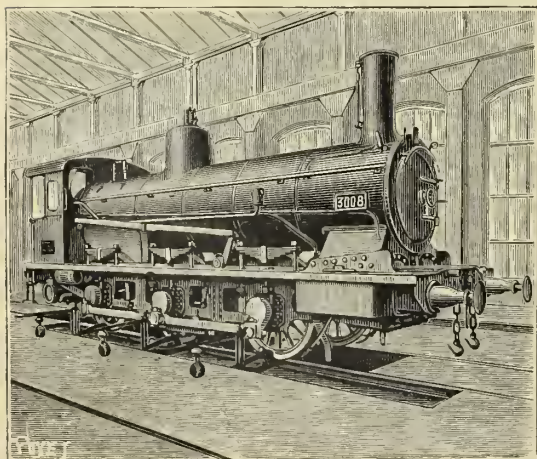
Secondo il progetto accettato nel 1891, la lunghezza totale di questa ferrovia sarà di circa 7500 chilometri, mentre quella della grande linea Transcontinentale del Canadà, da Montreal a Vancouver, è di chilometri 4000, e l' altra dell'Unione da Nuova-York a San Francisco di chilometri 4100.

I lavori della Transiberiana furono iniziati nel 1893 e procedettero con prodigiosa celerità, essendovi impiegati circa 70.000 operai.

Nel 1896 era già ultimato il tronco occidentale da Celiabinsk a Crasnoiarsk, e circa la metà meridionale dell' estremo tronco verso levante da Vladivostok a Grafscaia, e si lavorava alacremente negli altri tratti.

La spesa finora sostenuta dal Governo russo, per la Transiberiana è di 900 milioni di lire (1). Ma quanto

Una locomotiva nella cinquantottesima ora.

utile ne verrà alla grande nazione? Alla fine del suddetto anno, secondo l' ultimo rapporto del maggior generale Alfredo de Wendrich addetto al ministero per le vie di Comunicazione, la Russia possedeva 46.537 chilometri di ferrovie (2), dei quali soltanto 11.000 chilometri furono costruiti dallo Stato; il resto da compagnie private. Il Governo però ne riscattò una parte

Una locomotiva nella sessantaquattresima ora (completa).

(1) La costruzione delle Strade ferrate di tutto il mondo, è costata l' enorme somma di 183 miliardi, che danno la media di lire 266.000 circa per chilometro.

(2) La più antica linea dello Stato russo è quella da Mosca a Pietroburgo; ne fu celebrato recentemente il cinquantesimo anniversario.

Una locomotiva gigante americana.

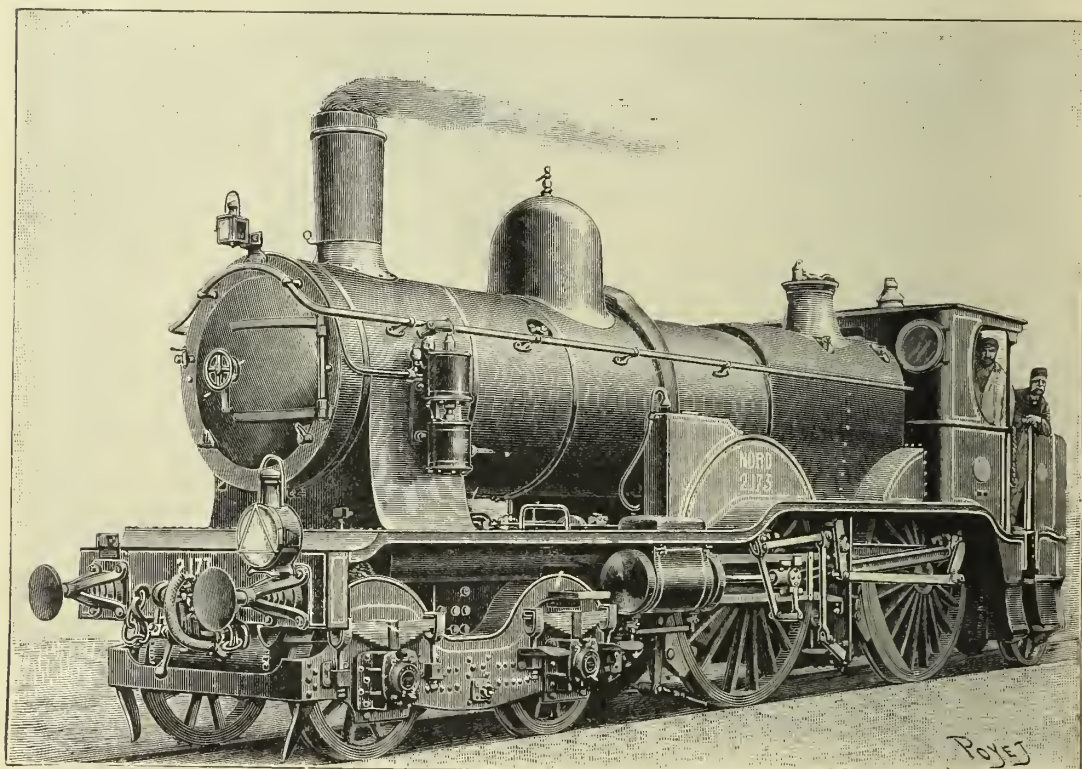
facendo raggiungere dalle sue ferrovie in esercizio la cifra di 22.000 chilometri. Ebbene, il prodotto annuo delle ferrovie russe, ammontava già da due anni or sono a 165 milioni di rubli, mentre il servizio di controllo non costava che 8 milioni di rubli all' anno.

Da queste eloquenti cifre possiamo facilmente dedurre il vantaggio che verrà al grande Stato settentrionale quando sarà aperta all' esercizio la ferrovia

Transiberiana che aprirà uno sbocco sui mercati europei ai prodotti della Siberia, così fertile nella parte meridionale, e a quelli dell'Asia immensa.

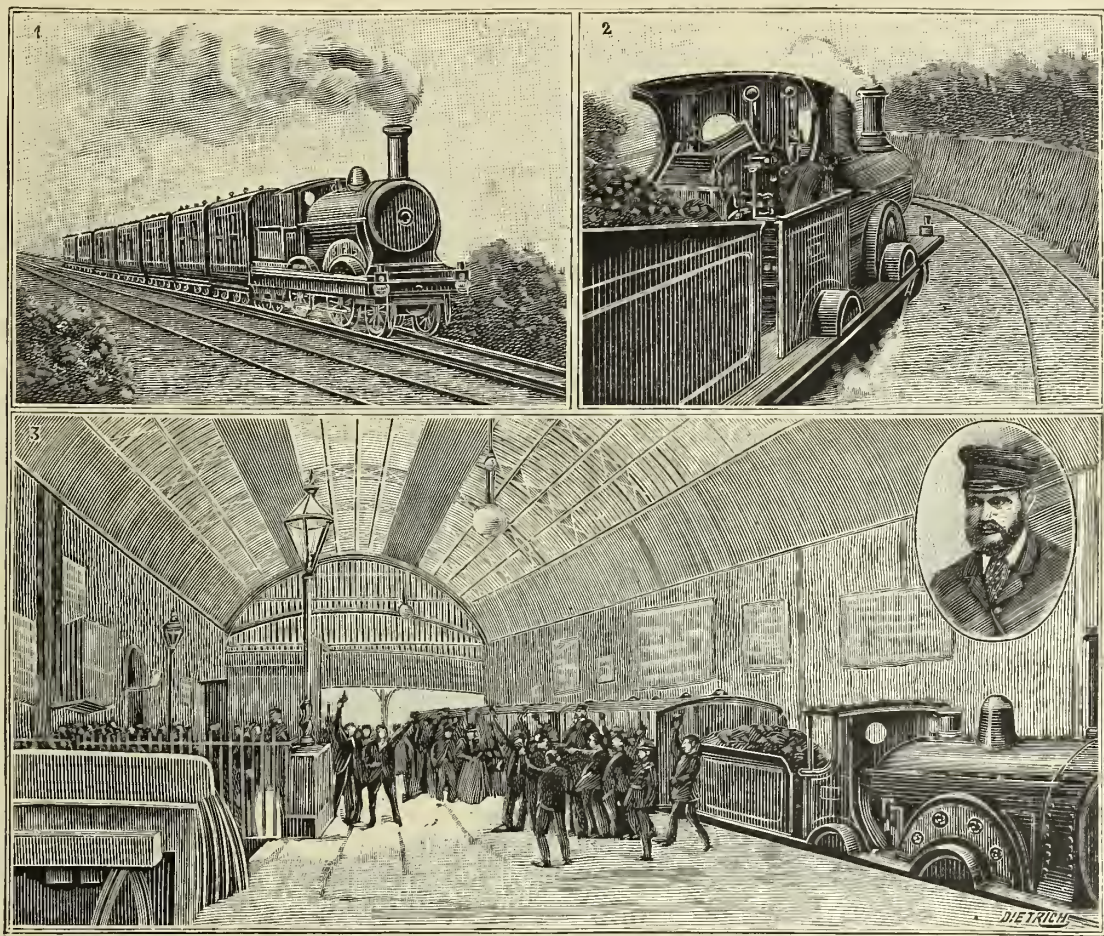
Ma di ciò potremo riparlare in seguito: basti qui accennare che fra qualche anno la gigantesca opera sarà compiuta, e la locomotiva scorrerà trionfalmente da Pietroburgo a Vladivostok, congiungendo il Baltico col Pacifico.

Così grazie a questa ferrovia, o meglio grazie all' applicazione del vapore alle locomotive e alle navi, sarà fra breve possibile compiere il giro del mondo in soli 33 giorni, col seguente itinerario:

Da Brema a Pietroburgo un giorno e mezzo; da Pietroburgo a Vladivo-

Macchina Compound dell'ultimo tipo.

stok, sulla ferrovia transiberiana e con la velocità di 48 chilometri all' ora, 10 giorni; da Vladivostock a San Francisco, in piroscafo, 10 giorni; da San Francisco a Nuova-York, sulla ferrovia del Pacifico, 4 giorni e mezzo; da Nuova-York a Brema, in piroscafo, 7 giorni.

E ancora più si accorceranno queste distanze quando sarà aumentata la velocità dei treni, con la potenza sempre crescente delle locomotive (1). I treni che poco più di mezzo secolo fa davano la vertigine, ora susciterebbero l'indignazione generale per la loro lentezza. In Inghilterra infatti, con le ultime locomotive in esercizio, i treni diretti hanno una velocità di Km. 85,800 al-

(1) Aggiungiamo a queste note generali una serie di illustrazioni dalle quali risulta il progressivo lavoro che si compie intorno alla locomotiva nelle principali officine. Ciò che fu la fatica penosa di oltre un secolo, rappresentando il martirio e la gloria di tutta una legione di uomini d'ingegno, ora si compie da semplici operai in sole sessanta ore: ecco la meravigliosa forza della Civiltà.

1. Il treno della *Great Northern Roads* — 2. La macchina durante il percorso — 3. L'arrivo — Il macchinista.

l'ora, in Francia di 84,900, nel Belgio di 70,100, e minore negli altri Stati d'Europa. In Italia, i treni diretti percorrono in media chilometri 51,700 all'ora. E la media velocità di essi negli Stati Uniti è di chilometri 83,000.

S'intende che le suesposte velocità sono quelle normali, potendo un treno, in condizioni particolarmente favorevoli, e con le ultimi macchine percorrere fino 130 chilometri all'ora, vale a dire circa 36 metri per minuto secondo.

Si ritiene a proposito di macchine, che la più grande locomotiva del mondo sia quella ideata per la *Mexical Central Railway*, dal suo ingegnere capo F. W. Johnston, per rispondere ai bisogni di trazioni specialissime e vincere certe difficoltà della linea sulla quale è in servizio ordinario. Essa fu costruita per rimorchiare i treni di mercanzia fra Tampico e la città di Mexico, con delle rampe che raggiungono 3 centim. per metro e delle curve di debolissimo raggio. Questa locomotiva che pesa 130 tonn. ha esteriormente l'aspetto di due locomotive ordinarie collocate una dietro all'altra, con una piattaforma unica alla parte centrale riservata ai fuochisti e ai meccanici. Per superare le curve, le ruote motrici della parte anteriore sono montate per modo che gli assi possano prendere facilmente direzioni opposte e comuni, disposizione questa che assicura una grande flessibilità al sistema, malgrado

le mastodontiche sue proporzioni. Il secondo posto l'occupa, crediamo, la macchina Compound fatta costruire dal Belgio, per piani sensibilmente inclinati di Liegi, e che figurò all'esposizione di Bruxelles. È sostenuta da sei assi e pesa 180 tonnellate. La locomotiva immediatamente inferiore è quella recentemente uscita dalle officine americane della « Pittsburg locomotive and cars works ». Essa ha una forza di trazioni di 14.267 kg. e può rimorchiare un peso di 6756 tonnellate, ciò che presso a poco equivarrebbe a un treno di 500 dei soliti nostri vagoni. Il peso totale di quest'altro mostro è di 104.326 chilogrammi.

E tornando alla velocità, e non escludendo gli Stati Uniti, concluderemo che il *record* lo tiene tuttavia la Granbrettagna; dove da un certo numero d'anni le gare fra le potenti Società ferroviarie rasentano spesso la follia. Esse costarono non di rado la vita dei poveri macchinisti. Le due Società rivali più famose sono la *North Western Company* e la *Great Northern Roads*, che hanno treni rapidissimi. Nell' ultima gara che rammentiamo, il treno della prima compagnia percorse 540 miglia inglesi in 512 minuti; quello dell'altra 523 miglia in 521 minuti. Di questo secondo, oltre l'insieme, ci piace riprodurre, sempre a titolo di curiosità, la scena entusiastica dell' arrivo alla stazione di Aberdeen, dove il macchinista Soutar fu portato in trionfo.

Ora, in Inghilterra sempre in omaggio al proverbio cui debbono forse la loro grandezza materiale *time is money*, si è perfino pensato di abolire le fermate, fissando dei serbatoi d' acqua fra le ruote per l' alimentazione delle caldaie. Sulla nuova ferrovia inglese del Sud-ovest, il treno celere, composto di 6 carrozze e della locomotiva, percorre senza interruzione il tratto di 302 chilometri, da Paddington ad Exeter. Un altro treno in simili condizioni ha fatto testè senz'alcuna fermata il tratto da Londra a Carlisle, lungo chilometri 483.

E sempre più questi risultati diventeranno sbalorditivi quando l' elettricità sarà generalmente applicata come forza motrice, alimentata specialmente dalle grandi cascate. Già molte ferrovie elettriche sono in esercizio in America, e, presso di noi, soltanto la Bulgaria e la Danimarca ne sono prive. L'Europa ne conta oltre a 1000 chilometri, e poco meno della metà del totale sviluppo si trova in Germania.

Ma di queste ferrovie ci occuperemo più degnamente in seguito, come delle ferrovie di montagna, delle funicolari, delle metropolitane e delle ferrovie fra le nuvole che farebbero restare a bocca aperta i più geniali precursori, da Giacomo Watt a Giorgio Stephenson, e tornare a gran carriera nell'altro mondo i nostri nonni se potessero ancora affacciarsi per un istante, dove i loro cari si affrettano, si agitano, si affannano, turbinano nel prezioso campo delle applicazioni scientifiche . . .

L'INAUGURAZIONE DELLA FERROVIA LIVERPOOL-MANCHESTER

(da un acquarello di A. VACCARI)

La ferrovia del Pacifico in costruzione — L' adattamento delle rotaie.

LE GRANDI LINEE EXTRAEUROPEE

Ferrovie interoceaniche: La ferrovia del Pacifico e la ferrovia del Canadà — Le altre grandi arterie degli Stati Uniti — Nell'America centrale e meridionale — La Transcaspiana — La Transiberiana — La Transmanciuriana — La ferrovia in Africa — Le ferrovie dell'avvenire — La *Transaharica* — Dal Cairo al Capo.

L'interno dell'America del Nord, dal Missouri all'Oceano Pacifico, anche in seguito alle scoperte del Colombo, rimase a lungo inesplorato. Dopo la prima spedizione messicana del 1548, che impiegò otto anni per giungere dall'imboccatura del Mississipì alla Bassa California, non è noto che il viaggio di Carver, pubblicato nel 1778, fatto allo scopo di trovare una via, che, a traverso il vasto continente, mettesse in comunicazione i due Oceani. Seguirono altri tentativi di arditi esploratori e avventurieri, e a poco a poco si allargò la persuasione della grande utilità di quella comunicazione.

Costrutte le prime loro ferrovie, gli Americani del Nord pensarono fin dal 1836 a crearne una che legasse le varie regioni interne dell'immenso Stato. L'ingegnere inglese John Plumbe si fece allora promotore d' una linea che, partendo dai grandi laghi, sboccasse nel Pacifico. Ma lo spirito pubblico non era peranco preparato a sì vaste imprese, e il Plumbe non riuscì che a provocare la costruzione delle ferrovie che unirono le regioni del Mississipì con quelle dell'Est. Fu nel 1850 che Tommaso Benton presentò al Congresso di Washing-

ton un progetto di legge per una ferrovia che mettesse al Pacifico, e per la notorietà del suo autore e per il grande sviluppo della California a quel tempo, in seguito alle scoperte delle miniere aurifere, il Congresso destinò una somma allo studio di una linea migliore, e furono all'uopo organizzate nove spedizioni, sotto la direzione d'abili ingegneri.

Tutti gli esploratori affermarono nel 1853 la possibilità di costruire una ferrovia dal Mississipi al Pacifico; ma l'antagonismo che divideva già gli Stati del Nord da quelli del Sud, e la pretesa d'ambo i partiti che si adottasse la linea più prossima al proprio territorio, impedirono che l'opera seguisse allora gli studii.

Col trascorrere degli anni però la comunicazione dei due Oceani si faceva imperiosa ognor più, per la crescente importanza degli Stati dell'Ovest e specialmente della California, dove affluiva in cerca di fortuna una moltitudine di emigranti e di minatori.

La maggior difficoltà, nella costruzione della nuova linea, pareva quella di superare la catena della Sierra Nevada. I Californiani di Sacramento, ai quali poi s'unirono quelli di S. Francisco, fornirono il capitale necessario agli studii tecnici sul terreno, e il 1.° ottobre del 1861 l'ingegnere Judah lesse al comitato d'organizzazione il suo rapporto, e l'11 dello stesso mese partì, munito di pieni poteri, per Washington.

Il momento non sembrava molto favorevole alla sua missione, dacchè l'America era già divisa in due avversi campi: il Nord ed il Sud; e la questione politica dominava il resto. Ma fu appunto la politica che volse la pubblica attenzione alle ferrovie del Pacifico. Le miniere della California avrebbero provveduto alle spese della guerra civile, e, urgendo di mettere i loro tesori al sicuro, il mezzo più ovvio era di aprire al più presto delle rapide comunicazioni fra gli Stati del Pacifico e quelli del Nord. Oltre a ciò, a quell'epoca, l'America s'era abituata a gettar milioni e miliardi, e non si era mai consumato tanto denaro in qual si fosse gigantesca impresa, quanto ne spesero in quegli anni gli Americani per isgozzarsi fra loro.

La ferrovia del Pacifico fu quindi considerata come una necessità, e la relativa legge fu approvata il 1.° luglio 1862 e susseguita da varii emendamenti fino al 1866.

L' Atto del Congresso autorizzava la costruzione d'una linea principale da Omaha, nello Stato di Nebraska, fino a S. Francisco, e di tre vie secondarie. La grande linea avrebbe preso il nome di *Ferrovia nazionale del Pacifico*, e sarebbe stata divisa in due tronchi: la *Ferrovia centrale* e la *Ferrovia dell'Unione*. La prima doveva partire da Sacramento, e, attraversando la California, la Nevada e l'Utah, portarsi direttamente all'incontro di quella dell'*Unione* che, partendo da Omaha doveva dirigersi verso l'Ovest con un tracciato deviante il meno possibile dalla linea retta fra Omaha e il Lago Salato.

Con lo spirito loro eminentemente pratico, gli Americani avevano giudicato che il mezzo più opportuno di accelerare i lavori era l'interessare i costruttori al rapido sviluppo di quelli, ed alle concessioni e ai privilegi da prima accordati, lo Stato aggiunse gratuitamente 2800 acri di terreni adiacenti alla linea per ogni miglio costrutto, e la sovvenzione di 275 milioni di lire, la ripartizione e pagamento dei quali si sarebbero fatti in proporzione delle dif-

La congiunzione della « Ferrovia Centrale e della Ferrovia dell'Unione », a Promontory-Point.

ficoltà di esecuzione superate in ogni tratto aperto alle circolazioni, e infine l'autorizzazione alle Compagnie di emettere delle obbligazioni privilegiate per una somma eguale a quella della sovvenzione.

Si comprende che, malgrado i gravissimi ostacoli materiali che stavano per incontrare, e la persistente opposizione di taluni personaggi influenti poco o nulla fiduciosi nel buon esito della colossale impresa, le Compagnie concessionarie facevano un ottimo affare.

Per farsi un'idea degli accennati ostacoli si consideri l'enorme differenza

La stazione d' Omaha, punto di partenza della ferrovia del Pacifico.

fra i mezzi di costruzione d'una ferrovia in paese civilizzato e quelli ai quali fu necessario ricorrere in un deserto di circa 3000 chilometri di estensione. La Compagnia della *Ferrovia centrale* dovette provvedere i materiali negli Stati dell'Est, poichè non esisteva allora alcuna officina in quelli dell'Ovest, e farli trasportare per mare in California, girando il Capo Horn; e la Compagnia della *Ferrovia dell'Unione*, più favoreggiata in quanto alle difficoltà di costruzione, ebbe ciò nonostante a sostenere ingenti spese per tradurre i suoi materiali fino a Omaha, semplice villaggio mancante di tutto. Convogli di viveri e d'ogni specie di provvista, quasi mobili città, dovettero tener sempre dietro agli operai. In quelle accolte improvvisate si vedevano chiese, osterie, alberghi, banchi di giornali, stamperie, bische; e tutto ciò stava fermo qualche giorno, qualche settimana al più, nello stesso posto, poi si portava più oltre, a misura che

procedeva la linea. In vasti spazii non c' era una goccia d'acqua, e bisognò scavare dei pozzi artesiani o deviare torrenti lontani sovente molti chilometri. E si doveva difendersi contro i frequenti attacchi degl'Indiani, resi furiosi da quell'invasione del deserto. E si doveva, cosa forse più ardua fra tutte, mantener l'ordine in quella nomade folla di lavoratori, nella quale, frammisti a bravi e laboriosi operai, era un'accozzaglia d'avventurieri nemici d'ogni legge e d'ogni freno. La Compagnia dell'*Unione* non impiegò mai meno di 20,000 uomini. Ciascuno portava un grosso revolver, o due, senza contare l'obbligatorio pugnale. La legge di Lynch, la sola giustizia applicabile a quella genìa, regnava senz'appello. Erano innumeri gli atti di violenza e i delitti, e necessitava quindi una mano di ferro. S'ebbe intanto a constatare che, mentre i Mormoni e i Cinesi, ch' erano ivi in gran numero, tenevano una condotta esemplare, i loro camerati americani o emigrati d'ogni nazionalità erano quasi tutti ubbriaconi e brutali. L'Amministrazione fu più volte costretta a ricorrere alla forza per impedire la vendita dei liquori spiritosi, e fece sfondare le botti dei venditori, che nulla avevano a invidiare ai loro avventori; e lasciò ricorressero ai giudici di San Francisco o di Sacramento, amando

Trasporto dei blocchi di neve sulla linea del Pacifico.

La ferrovia del Pacifico nelle praterie di Nebraska.

meglio se mai di pagare i danni che di sopportare senz' altro i tristi effetti dell' abuso dei liquori.

Ad onta dei vantaggi accordati dai contratti alle Compagnie concessionarie, la guerra civile le mise in serî imbarazzi, specialmente per la scarsezza di moneta effettiva, onde i lavori allentarono. Ma quando i tempi volsero più favorevoli, le animò un nuovo ardore, e si forzarono di compensare i ritardi imposti dagli avvenimenti. Allorchè le due sezioni furono presso a congiungersi la gara fra le due Compagnie si fece più viva che mai: si pervenne da ultimo a mettere in opera fin oltre dieci chilometri di rotaie ogni giorno. Così il 10 maggio 1869, sette anni prima del termine fissato dallo Stato, le due Compagnie ultimarono il loro cómpito, avendo costruito, in poco più di sei anni, 2861 chilometri di strada ferrata.

Viadotto in legno sulla ferrovia del Pacifico.

La sezione della *Ferrovia dell' Unione*, da Omaha a Ogden, punto d' incontro delle due Compagnie, è lunga 1657 chilometri e mezzo, e quella della *Ferrovia Centrale* 1203 chilometri e mezzo. Se più breve è la linea da essa costrutta, a quest' ultima Compagnia toccò il vanto d'aver superato le maggiori difficoltà di costruzione. Il passaggio della Sierra Nevada, per esempio, che ad essa incombeva, era ben più difficoltoso di quello delle Montagne Rocciose compiuto dalla rivale Compagnia dell' *Unione*.

La grande ferrovia si sviluppa attraverso praterie sterminate e foreste vergini, sale sulle montagne e serpeggia fino alle cime perpetuamente coperte di neve. La maggior parte dello spazio da essa percorso è presso che inabitato. Le poche borgate e villaggi, ivi disseminati a grandi distanze fra loro, sono appena sorti, e tuttavia ignoti ai geografi. Nati con essa, sono quasi tappe che segnano il progresso apportato dalla ferrovia. Le case sorgevano come per incanto, e provenivano bell' e fatte, o quasi, dalle città, dove se ne costruiva un gran numero, più specialmente a Chicago, per essere trasportate altrove. In più siti, accosto a quei primitivi e fragili edifizî, si costrussero tuttavia in breve tempo solidi palazzi, ville e stabilimenti agricoli e industriali. Varî di

quei siti, sono già divenuti o stanno per divenire città, il rapido ingrandimento delle quali è una delle meraviglie dell'America.

Omaha, testa della linea, contava appena 3000 abitanti quando fu proclamato il decreto del 1861, e ora ne contiene il decuplo. La ferrovia, dopo pochi chilometri da Omaha, segue per lungo tratto il corso del fiume Plata e dove questo si biforca, la linea ne attraversa il ramo settentrionale mediante un ponte lungo un chilometro, e procede verso Julesbourg, una delle città sorte ed ampliate in pochissimi anni. In tutto questo primo tratto, come pure in tanti altri dove non fu necessario alcun rialzo di terra, grazie alla configurazione perfettamente piana del suolo, i lavori furono eseguiti in un modo affatto speciale. Gli operai erano divisi in brigate e ogni brigata aveva il suo còmpito particolare. Marciavano in testa 1500 guastatori, che liberavano il passaggio dagli alberi, e dovevano trincerarsi ogni notte per difesa contro gl'Indiani e le bestie feroci, soli abitanti di quelle selvagge regioni. Seguivano gl'ingegneri che piantavano i picchetti per segnare e livellare la linea; quindi i terraiuoli che spianavano le piccole irregolarità del terreno, e appresso i posatori delle traverse. Questi ultimi erano in tre squadre, la prima delle quali, composta di operai scelti, poneva le traverse nelle curve della via, e le due altre nei tratti intermedî, eseguendo poi il riempimento. A tutti questi lavoratori, teneva dietro a certa distanza il *treno di posa* con tutti gli attrezzi e materiali necessarî. In testa del treno, ch' era spinto da una locomotiva, procedeva un ampio carro contenente circa quaranta rotaie e cuscinetti e chiavarde. Ai due capi del carro, un cilindro girevole di legno facilitava il caricamento e lo scarico delle rotaie. Al punto conveniente, un operaio posava una rotaia sul cilindro, e tre altri la traevano fuori, mentre un quinto metteva a posto i cuscinetti. A un dato comando la rotaia era situata sui cuscinetti, il carro avanzava di tutta la lunghezza delle nuove rotaie, e si ripeteva senza tregua l' operazione. Un' ultima squadra fissava definitivamente le rotaie e i cuscinetti.

Tetto per la difesa contro le lavine sulla ferrovia del Pacifico.

Ogni giorno arrivavano lunghi treni carichi d' ogni specie di mate-

riali, ed altri treni di manovra e di costruzione, ed altri con grandi carri, che servivano di dormitorî e refettorî per gli operai e di cucine e di magazzini degli oggetti più necessarî. Si prendeva letteralmente d' assalto il deserto.

La ferrovia era direttamente posata sul suolo naturale, e come non esistevano altre strade, non si ebbe a costruire alcun passaggio a livello, nè alcun viadotto sopra o sotto al piano delle rotaie. Le numerose correnti che non si potevano schivare erano attraversate con ponti di legno, formati di travi rozzamente squadrate e disposte a graticolato. Così, fino al piede delle Montagne Nere, catena principale delle Montagne Rocciose, non abbisognarono più importanti lavori.

Ferrovia del Pacifico — Traforo di Bloomer.

Cominciarono le difficoltà da Cheyenne in avanti. Qui gl' ingegneri americani, sprovvisti, tranne il legname, d'ogni materiale necessario alla costruzione delle opere d' arte, per ischivare le gallerie, i grandi viadotti e le profonde trincee, furono forzati a superare le differenze di livello con forti pendenze, scendendo al fondo delle gole o girando i fianchi delle montagne. Sicchè le vere opere d' arte non vennero gia costrutte se non dove se ne manifestava l' assoluta necessità, e furono del resto eseguite nelle più strette dimensioni possibili. Perciò nel lungo tragitto delle Montagne Rocciose e della Sierra Nevada non si trova alcuna galleria di lunghezza notevole, e la più lunga non misura che 250 metri; e sulla Sierra Nevada, a Pummit, la pendenza raggiunge il 17 per mille.

Più che *far bene* gli Americani volevano *far presto*. Le opere d' arte erano provvisorie; le gallerie nella maggior parte non avevano alcun rivestimento di muratura, e semplici puntellature di legname ne sostenevano i fianchi e la vôlta; i ponti di arditissima costruzione erano in legname, e spesso oscillanti e di dubbia solidità. Ad altro tempo la cura di migliorare le cose.

Da Cheyenne a Laramie, per una lunghezza di 90 chilometri, si valica il grande contrafforte montano di quella regione. Ivi, come sulle alture delle Montagne Nere, si dovette difendere la via contro le nevi abbondanti mediante costosi ripari laterali di legname o di pietra, secondo era più facile provveder questa o quello; e quei ripari si prolungano per circa 50 chilometri.

Con tutto ciò la strada rimane a volte ostruita e allora si ricorre all' *aratro da neve*, specie di cassa munita d' un doppio vomero, che riveste la parte anteriore della locomotiva ed apre il passaggio attraverso la neve. Quando non sia sufficiente l'aratro, si attaccano l' una dietro all'altra fino a sei locomotive, e si slanciano a tutto vapore contro l'ostacolo. Se poi, come talora è avvenuto, le locomotive non riescono che a rompere parzialmente la massa della neve, è d'uopo rinunziare all'impresa.

Ferrovia meridionale del Pacifico — Ponte sul Colorado.

Sul valico dei monti Wasatch, da Laramie a Ogden, trovansi le più forti pendenze. Ogden è il punto centrale della ferrovia del Pacifico: di là partono i treni per Omaha, per San Francisco e per la così detta « città santa » dei Mormoni, sulla sponda del gran Lago Salato.

Fra il paese dei Mormoni e le parti abitabili della Nevada, si estende il vero deserto americano, lungo circa 800 chilometri e largo 400, da settentrione a mezzodì; dove l'acqua manca del tutto e i rari sentieri sono segnati dalle bianche ossa degli antichi emigranti caduti di stento a mezza via, e dagli avanzi di cavalli, di muli, di carri, di tende e d'ogni sorta di provvigioni...

Sorpassate quelle desolate solitudini la ferrovia giunge alle gole di Humboldt, immensa trincea naturale, e di là sbocca nello Stato di Nevada, e si dirige verso la Sierra Nevada propriamente detta, il più formidabile ostacolo di tutta la linea. Da Truckee a Donner-Pass la ferrovia sale con notevole pendenza, e con simile pendenza scende per l'altro versante. La strada a traverso la Sierra Nevada, per una lunghezza di 80 chilometri, è di continuo minacciata dalle valanghe; onde vi si dovette costruire una serie di solide tettoie di legname, quasi senza interruzione, per ripararla dalla neve e da quelle. Senonchè dalle locomotive sfuggivano spesso dei carboni accesi, appiccando talvolta il fuoco alle tettoie, e quindi fu necessario rivestir di latta i legnami più esposti, e si stabilirono lungo la linea treni speciali forniti di pompe, pronti sempre ad accorrere al caso di bisogno.

Per oltre 100 chilometri di questa sezione la ferrovia si mantiene a un'al-

tezza variabile da 600 a 2500 metri sopra il livello del mare. Per valicare quelle difficili strette furono necessarie enormi trincee, e fu colà, che si adoperò per la prima volta la nitro-glicerina.

Uscita da quelle gole, la linea si sviluppa sempre in discesa, e a mano a mano ch'essa procede si scorgono d'ambo i lati ognor più numerosi villaggi e città, fondati dalle genti attratte dalle ricchezze minerali della regione; finchè appare, da lungi, la splendida rada di San Francisco, nella quale si specchia la città di Sacramento, dove mette capo la gran ferrovia.

Il mattino del 10 maggio 1869 alla congiunzione della *Ferrovia centrale* e della *Ferrovia dell' Unione* non mancava che un intervallo di cento piedi, lasciato a bella posta poichè si voleva che le ultime rotaie fossero poste in opera con tutta solennità. Dai due lati della linea arrivarono gl'inviati delle due sezioni, gli uni partiti da Sacramento, gli altri da Chicago. Due squadre d'operai scelti s'avanzarono per colmar l'intervallo, mentre le due locomotive « Giove » e « N° 119 » si scambiavano il saluto con un acutissimo fischio di gioia. Al tempo stesso i commissarî spedivano a Chicago e a San Francisco un dispaccio così concepito: — *Tenetevi pronti a ricevere i segnali corrispondenti agli ultimi colpi di martello.*

Pelli Rosse cantonieri, sulla Linea del Pacifico.

Tutte le grandi città degli Stati Uniti, mediante i fili telegrafici, s'erano messe per la circostanza in diretta comunicazione con Promontory-Point, luogo della cerimonia. L'ultima traversa in legno di lauro doveva esser fissata con due massicce chiavarde: l'una fabbricata coll'oro della California, l'altra coll'argento della Nevada.

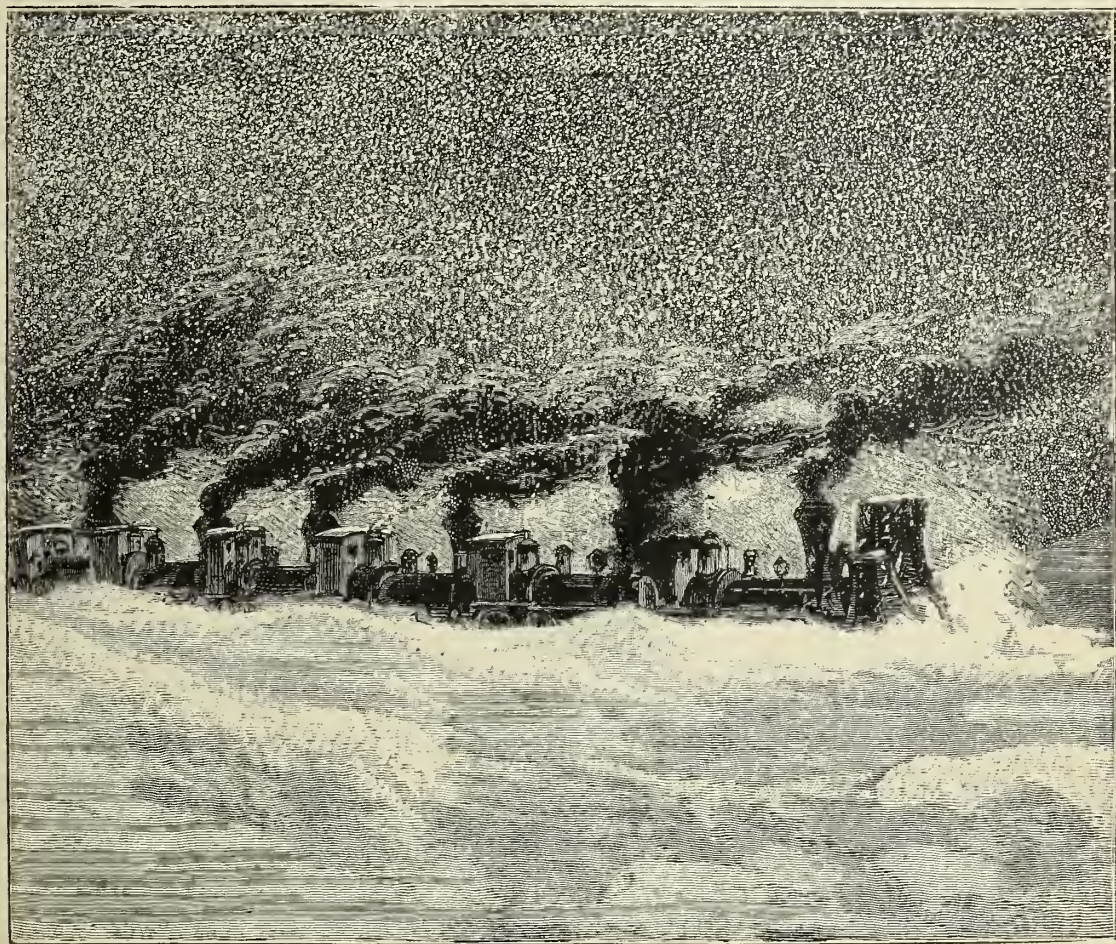
Al momento di procedere all'ultima operazione, fu spedito alle varie città un altro dispaccio:

— *Tutti i preparativi sono terminati; levatevi il cappello, noi preghiamo.*

E Chicago rispose in nome collettivo:

— *Comprendiamo e facciamo altrettanto: tutti gli Stati dell'Est vi ascoltano.*

Qualche istante appresso il telegrafo, annunziando all'America intiera gli ultimi colpi di martello battuti nel centro del continente, notificava che la grand'opera era compiuta...

Un'altra linea sterminata, nell'America del Nord, è la transcontinentale che allaccia le vaste provincie della confederazione canadese onde piglia il nome. La sua costruzione venne decretata nel 1871, ma i lavori non vennero iniziati che nel 1880, e proseguiti senza interruzione appena furon pronti gli studî sul terreno fra il Lago Superiore e le Montagne Rocciose, dovendo essere menata a termine in un solo decennio. Il Governo canadese inclinava ad affidare i lavori ad una Compagnia degli Stati Uniti e ad accordarle una generosa sovvenzione. Ma il sentimento nazionale si ribellò contro quel disegno che avvantaggiava un gruppo di capitalisti estranei, mentre i capitalisti canadesi avrebbero ben potuto, si diceva, condurre felicemente a fine l'impresa. Il Governo, mutato proposito, si accordò in quella con una Compagnia nazionale, e le assicurò una sovvenzione di 173 milioni in denaro contante e di 20 milioni di ettari di terreno. Disgrazia volle che la Compagnia non riuscisse a costituirsi con sufficiente solidità; sicchè dovette abbandonare i la-

Treno postale sulla ferrovia del Pacifico durante l'inverno.

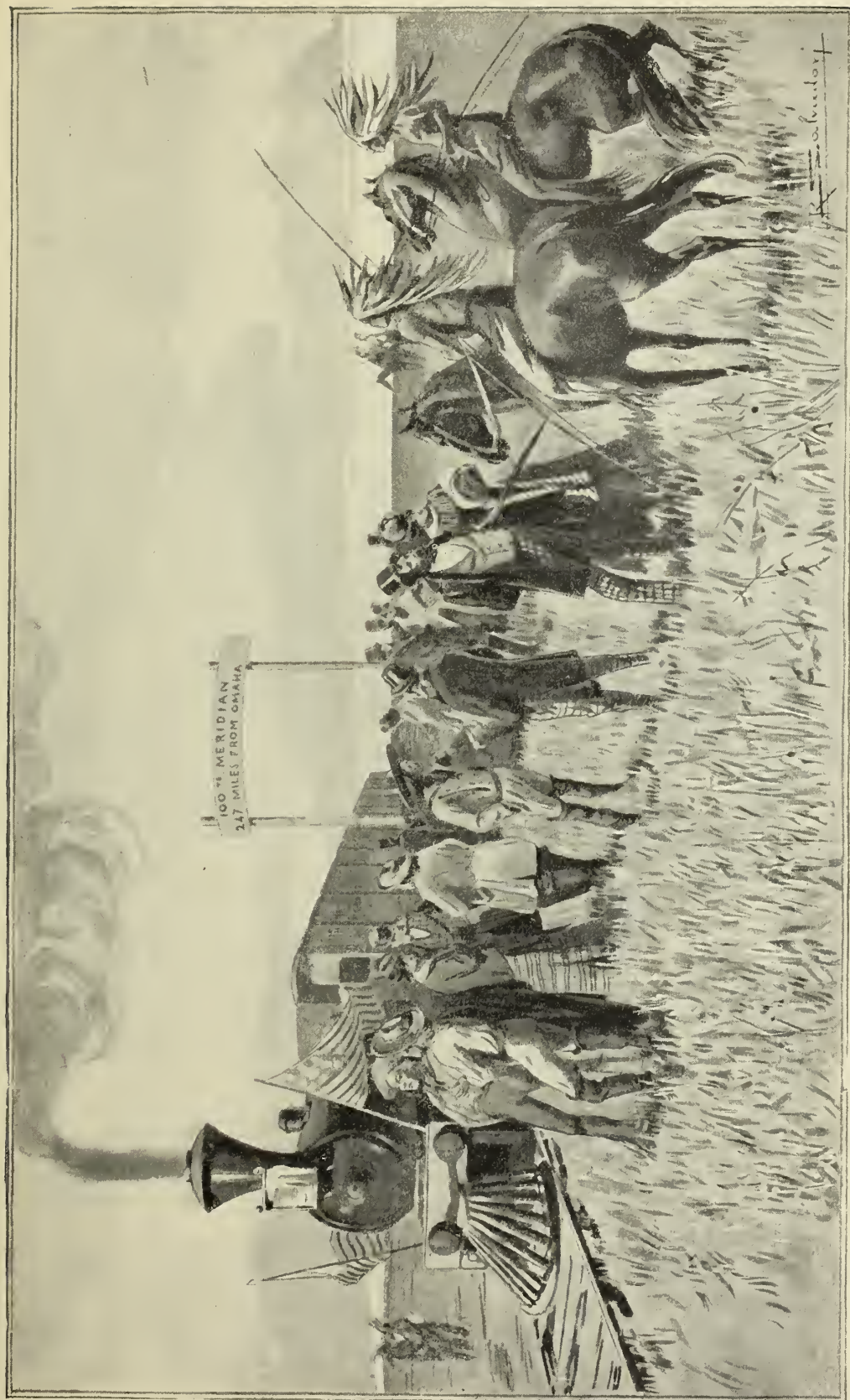
vori appena iniziati. Pareva proprio che una fatalità pesasse sulla poco fortunata impresa. Il Governo decretò allora la decadenza della Compagnia concessionaria e, ricorrendo al sistema dell'asta pubblica, stipulò varî contratti con diverse società costruttrici.

I lavori vennero così ripartiti in più tronchi, e siccome, per guadagnare il tempo perduto, si era pattuito un premio per ciascun giorno che gl'impresari avessero risparmiato sul tempo assegnato a compierli, i lavori procedettero con tanta celerità, che furono terminati in soli sei anni. È tuttavia da notarsi che in gran parte di quella regione la conformazione del suolo ha molto facilitato i lavori. E infatti, dal Lago Superiore alle Montagne Rocciose, per un tratto cioè di 1300 chilometri, oltre ai ponti sulle correnti, non bisognò che una sola opera d'arte: una piccola galleria lunga soltanto una cinquantina di metri, essendo il terreno di quelle grandi praterie leggerissimamente ondulato e declive.

La grande linea parte da Montreal, segue il corso del fiume Ottawa, tocca la città omonima, capitale politica della Confederazione, attraversa i ricchi giacimenti di ferro magnetico di Hulls, costeggia in parte il lago Nipissing, continua verso il lago Superiore e ne segue la sponda settentrionale. Pervenuta a Port-Arthur, prosegue fra il lago del Cane e quello di Mille-Isole, e, lasciando al sud l'inestricabile rete di laghi e di fiumi, che unisce il bacino d'Hudson a quello di San Lorenzo, arriva a Neewatin, varca il fiume Winnipeg per giungere alla città dello stesso nome, capitale del Manitoba, donde si spiccano vari tronchi secondari. Da Winnipeg la transcontinentale procede verso ponente fino alle Montagne Rocciose, da presso alle quali sale con pendenza ognor più sensibile, attraversando più volte il fiume Arc dal corso stranamente serpeggiato. La vallata si ristringe di mano in mano, e la strada s'interna con notevoli pendenze fra montagne alte da 2500 a 3000 metri, finchè tocca l'altezza massima di 1700 metri sopra il livello del mare, e discende quindi rapidamente fino al fiume Colombia.

Da quel punto cominciarono le maggiori difficoltà di costruzione, e si dovette lottare contro innumerevoli ostacoli opposti dal suolo enormemente accidentato della Colombia. Basti dire che fra Emory e Boston-Bar, su d'un tratto cioè di 34 chilometri, fu necessario tagliare per 26 chilometri la via nella viva roccia, scavare 13 gallerie e costruire 22 ponti di notevoli dimensioni; e nell'ultimo tratto della linea, da Kamloops a Port-Moody occorsero ben 500 ponti e viadotti.

Fra gole e pendici, la linea valica i monti Selkirck, attraversa per la seconda volta il fiume Colombia, scorrente all'intorno di quelli, rasenta il lago Shwiswap, corre col fiume Thompson fino a Lytton, dov'esso affluisce nel Fraser, ed arriva a Kamloops. In quella regione quasi sembra che la natura abbia voluto opporsi al dominio umano con impedimenti infiniti. Ivi il terreno, per una grande estensione, è tutto frastagliato da elevati e curiosi terrazzi che gli abitanti chiamano *marciapiedi* e sono spianati come per mano d'uomo. Quivi il fiume Fraser si è aperto negli interposti e profondi solchi un passaggio.

È un labirinto di fantastici ostacoli, dove la ferrovia, adottata ai fianchi delle rocce e sovrastante, sovente a piombo, più di 100 metri alle acque, si svolge presentando una continua successione di ponti, di gallerie e di curve paurose. Giunta al Yale, la linea procede su d'un suolo meno irregolare lungo la sponda di quel fiume, lo varca presso alla foce e tocca finalmente il suo estremo a Port-Moody.

Una stazione nelle praterie, al 100 Meridiano (247 miglia da Omaha).

Il 26 giugno 1886, allo scoppio delle salve, il treno inaugurale partiva tra le acclamazioni del popolo festante, da Montreal, e dopo 136 ore era a Port-Moody, avendo attraversato l'intero continente colla media velocità di 38 chilometri all'ora.

Indipendentemente dagl'immensi territorii che aperse alla civiltà ed al commercio, la linea canadese del Pacifico risultò la via più breve dall'Europa al Giappone, alla Cina e alle Indie; in quanto che l'altra linea che unisce i due Oceani da New-York a San Francisco è più lunga per oltre cento chilometri.

Anche la Transcontinentale canadese avvivò fin da principio i paesi da essa percorsi così abbondanti di ricchezze naturali, e le città preesistenti ebbero un pronto e notevole sviluppo, mentre si formavano rapidissimamente, qua e colà — come per incanto — nuovi e floridissimi centri commerciali e industriali.

Oltre a coteste due grandi linee interoceaniche, sono da notarsi nell'America del nord altre numerose e lunghe arterie di ferro che similmente prendono il nome dall'ufficio che compiono — come l'*Atlantic and Pacific R. R.* che si estende da S. Luigi a Needles, attraversando le regioni fino a pochi anni fa inesplorate, al nord del confine messicano; la *Southern Pacific R. R.* che parte dalle coste della California, segue per Los Angeles, sull'Oceano Pacifico, i deserti del Colorado, i famosi *Cannoni* del fiume omonimo, le solitudini di Arizona, le sconfinate praterie del nuovo Messico; la *Northern-Pacific R. R.* che va da S. Paolo a S. Francisco: la *Denver and Rio Grande*, da Denver a Ogdon, ove si annoda alla *Central Pacific*, l'*Atchison Topeka and Santa Fè R. R.* ecc. ecc. Queste arterie, con una fitta rete di vene, corsero in poco più di un quarto di secolo tutto il vastissimo organismo, allacciandone il cuore con le varie membra — dalla testa alle piante, dal centro alle estremità — in tutti i sensi, congiungendosi, intersecandosi, accavallandosi, diffondendo la civiltà, la cultura, la ricchezza . . .

Altre colossali imprese ferroviarie si sono compiute in questi ultimi anni nell'America centrale. Nel 1855 s'inaugurò la Ferrovia detta del Panama, lunga 75 chilometri, che raggiunse subito molta importanza per il gran numero di merci e di passeggieri trasportati dal Nord al Sud, e viceversa. Il viaggio su tale linea che passa l'istmo famoso dura poco più di un'ora, e il panorama che si stende ai due lati è più che altri stupendo. È presso che lo stesso paese lussureggiante che Bilbao, lo scopritore dell'Oceano Pacifico, percorse in 30 giorni di marcia penosa.

L'America meridionale non è come la settentrionale attraversata da una minuta graticola di binarii. Il lavoro ferroviario fu quivi meno agevole per le grandi regioni montuose, ma non pertanto la locomotiva recò lo stesso la civiltà, la cultura, l'animazione commerciale sulle immense *pampas*, a traverso i boschi meravigliosi e sulle altezze iperboliche delle Ande.

I Yankeess, naturalmente, non potevano trascurare la conquista dell'America del sud, e, non riuscendo ancora a farlo diremo così storicamente, pensarono di tentarlo commercialmente, preparando un'altra impresa gigantesca: la costruzione di una linea destinata a congiungere la rete messicana, già

La ferrovia del Colorado — Il Cannone di Clear Creek.

collegata con quella degli Stati dell'Unione, con le ferrovie del Brasile, del Chili, dell'Argentina. Un altro lunghissimo nastro di ferro sta per isnodarsi in linea retta, tra l'Atlantico e il Pacifico: esso, attraversando lo sterminato Brasile, e forando le Ande, andrà a finire nelle acque dell'opposto Oceano. Questa linea supererà in lunghezza quella fra New-York e San Francisco di California.

E arrestiamoci qui con le vaste imprese americane, tanto più che, dopo gli Americani, anche gli Europei pensarono a' casi loro per non restar secondi nelle conquiste e per sempre meglio dare sviluppo al commercio coloniale che rappresenta la vita nuova dei loro troppo sfruttati paesi.

In Europa, i primi posti l'occupano, nella scala delle grandi linee ferroviarie costruite all'Estero, la Russia e l'Inghilterra. Ma, poichè la materia è tanto vasta, noi ci limiteremo alle imprese più colossali, cominciando dalla *Transcaspiana*, che fu il primo anello di ferro che si spinse oltre i confini europei, congiungendo l'isola di Ouzoun-Ada e Samarkanda, con un percorso di circa 1400 chilometri. Essa però non deve la sua origine principalmente agli

Ferrovia Canadiana — Veduta della riviera di Ottawa.

interessi commerciali, o alla diffusione della civiltà come quasi tutte le altre di cui facemmo parola e come le altre ferrovie Asiatiche, Africane, ed Australiane.

Edgardo Boulangier, viaggiatore francese conoscitore a fondo di quella regione e della sua storia, narra che i Turcomanni dell'Oasi di Akhal-Tekké non contenti di predar di continuo nelle terre dei Persiani, gente pacifica, avevano osato di pirateggiare nel mar Caspio, dominato dai Russi. Era dunque diritto e dovere dello Czar il punire i ladroni, e perciò fu organizzata nel 1878 una spedizione comandata dal generale Lomakine, cui ne tenne dietro nel successivo anno un'altra, guidata dal generale Lazareff. Disgraziatamente, per mancanza d'acqua, di mezzi di trasporto e di provviste, l'esercito russo ebbe a dare un assai mediocre saggio della sua potenza e fu rotto sotto le mura di Gheok-Tepé, cittadella presso che inespugnabile. Per riparare a quell'insuccesso, che comprometteva l'impero dello Czar nell'Asia centrale, fu affidato il comando dell'esercito russo al generale Skobeleff, che fissò la sua base d'operazione a Krasnovodsk e Mikhailovsk, e in pari tempo, accolta gran quantità di rotaie,

diede al luogotenente generale Annenkoff, l'incarico di costruire una strada ferrata strategica. E il luogotenente generale, coadiuvato da altri ufficiali e ingegneri, si diè subito attorno per gli studî preliminari della nuova linea, che venne iniziata nel 1880. Alla fine di quest' anno, si era già a Kigil-Arvat. Nei susseguenti, sempre sotto la direzione del generale Annenkoff, la Trancaspiana toccò successivamente Askhabad, Douchak, Merv, Boukhara e finalmente, nel 1888, l'estremo limite di Samarkanda.

Transcontinentale del Nuovo Messico — Il passo di Veta
In fondo la catena del Sangue di Cristo.

I materiali e quasi tutte le provviste dovettero essere spediti dalle città della Russia. Per la creazione del porto d'Ouzoun-Ada la maggior parte dei fabbricati, costrutti in legname, arrivarono in pezzi numerati dal Volga, sicchè non restava che di metterli in opera. E così sorse quella stazione quasi tutta in legname — come lo sono del resto tutte le altre, lungo la linea — e in soli tre mesi il nuovo porto già era fornito di quanto bisogna per lo scarico dei bastimenti, i quali vi approdarono numerosi, portando i materiali per la ferrovia. Questi, mediante tronchi ferroviarî costrutti sul porto, venivano poi tradotti ai cantieri della linea principale.

Le maggiori difficoltà che incontrò il generale Annenkoff furono quelle opposte dalle dune mobili e dalle sabbie del deserto. Sulle dune, per impedire che il vento siberiano scalzasse le traverse, egli consolidò la via, rivestendola d'uno strato di terra argillosa impastata con acqua salsa; e rafforzò le dune stesse, in vicinanza della strada, con la piantagione d'un arboscello (*Haloxylon ammodendron*) che mette radici molto profonde. Dove la strada era soggetta ad essere coperta dalla sabbia spinta dal vento, fece costruire invece delle palizzate, ai due lati, sporgenti circa un metro dal suolo, contro le quali la sabbia s'ammonticchiava e si arrestava. Senonchè, tali precauzioni erano insufficienti contro l'uragano.

In tal caso gli uomini addetti alla sorveglianza e alle riparazioni della ferrovia, e con essi i Turcomanni, venivan riuniti sotto la direzione dell'ingegnere della sezione per isgombrare la via.

Altri ostacoli ebbe a vincere il generale Annenkoff. L'acqua mancava in quelle terre desolate; ond'egli dovette costruire dei condotti di ferro fuso, che raccoglievano le scarse sorgenti delle montagne vicine; e dei canali, fra i quali è importante quello d'Alikhanov, presso Merv, che fornisce l'acqua a molte stazioni della linea. E per il tratto fra Ouzoun-Ada e Kizil-Arvat, per una lunghezza cioè di 160 chilometri, si distilla l'acqua del mar Caspio e la si

Una stazione nelle Praterie Canadiane.

distribuisce, mediante un treno apposito, alle singole stazioni e alle case dei guardiani stradali.

Ancora. Una notevole difficoltà era la scarsezza di combustibile per le locomotive. Durante gli studî preparatorî si era pensato di sostituire al carbon fossile, di cui sono privi quei paesi, il legno di *saksaoul*, che vi abbonda; ma i malagevoli trasporti lo fecero presto rincarare assai, e si trovò conveniente di usare invece il petrolio, che recenti scandagli avevano dimostrato esistere in copia sia a Bakou, come sulla sponda opposta del mar Caspio. Anche al presente, lungo la linea transcaspiana, è il petrolio il solo combustibile in uso per l'illuminazione, per il riscaldamento, per i forni e per le locomotive; sicchè in tutte quelle stazioni, invece dei monti di carbone, come in Europa, si vedono delle enormi botti di petrolio.

Il signor Boulangier così descrive la sua visita ai cantieri della ferrovia transcaspiana: « Da più ore hanno ripreso il lavoro gli operai civili e militari.

— *Zdorovo rebiata!* (Buon giorno, figliuoli miei!) — dice il generale. E i soldati, sul *guard'a voi*, gridano in coro:

— *Zdraviia jelaiem vachè prevoskhoditelstvo!* (Auguriamo buona salute a Vostra Eccellenza! ».

Ferrovia Salnitro, sulla costa del Perù.

Seguiamo anche noi il generale. La strada è costrutta da poco, e tuttavia si procede colla velocità di 20 chilometri all' ora. Ma i grandi treni di materiali non ne percorrono in pari tempo che 15. A qualche chilometro da Merv si passa su di un grosso ramo del fiume Mourgab, attraversato da un ponte metallico presso ad esser compiuto, e il generale ce lo fa sperimentare slanciando il treno con la velocità di 40 chilometri all'ora. La prova riesce e... non si precipita nell'acqua. Raggiungiamo quindi il *treno di posa*, che fa ogni giorno una marcia innanzi verso l'oriente.

Esso è fermo dinnanzi a noi, con 34 vagoni, cioè:

quattro vagoni a due piani, un vagone-refettorio e un vagone-cucina per gli ufficiali; venti vagoni a due piani, e tre vagoni-cucine per la truppa e per gli operai; un vagone-ambulanza, un vagone-telegrafo, un vagone-fucina, un vagone-viveri e un vagone-riserva con i bulloni e gli accessorî di posa per una lunghezza di 2 chilometri.

Una stazione sulla ferrovia del Panama.

Prima che s'inaugurasse la stazione di Merv, il *treno di posa* comprendeva 45 vagoni e conteneva 1500 fra soldati e operai, poichè fino a quel limite interessava far presto, per mettere in soggezione gli abitanti dell'oasi; al di là di Merv la ferrovia perdeva gran parte della sua importanza strategica.

A dieci ore il generale si accinge a far l'ispezione, fra le solite acclamazioni: — *Zdraviia jelaiem, vaché prevoskhoditelstvo!*

Nel *treno di posa* nonostante l'ora avanzata, si trovano numerosi soldati, parte dei quali riposano e parte preparano il thè. Perchè in ozio? La transcaspiana si costruisce forse da sè? Sentiamo il generale:

— Per ottenere un lavoro continuato durante mesi e mesi, in un clima infocato e debilitante, è indispensabile il risparmiare le forze dei lavoratori. Perciò la mia gente è divisa in due brigate di numero eguale, e l'una fatica dalle sei al mezzodì, e l'altra la sostituisce nelle successive sei ore pomeridiane. Due battaglioni, detti *transcaspiani*, sono impiegati per la costruzione e per il servizio. Uno di essi era il primo battaglione di riserva dell'esercito, e costrusse il tratto di ferrovia fino a Kizil-Arvat, nel 1880, e quindi fu addetto al servizio della strada e del telegrafo. Il secondo ha il compito della posa della via, del prolungamento del telegrafo e d'ogni altra opera che non si possa affidare agl'indigeni. I soldati che maneggiano lestamente le rotaie sotto gli occhi dei loro ufficiali, non impiegano ugualmente la zappa o la pala, e trovano la piattaforma stradale già preparata dai terraiuoli indigeni, diretti dagl'ingegneri. Tale distinzione di compiti esclude ogni attrito d'amor proprio fra militari e borghesi.

E sentite ancora il Boulangier:

« Mentre il generale dà le sue semplici spiegazioni, arriviamo in capo alla linea finora costrutta. Vi ha un carro leggiero spinto da indigeni sulle due ultime rotaie dianzi posate e si arresta all'estremo di quelle. È carico d'una ventina di rotaie e vi sono d'ambo i lati due soldati e questi e quelli prendono una rotaia dal carro e la situano sul piano stradale. Altri soldati chiodano le due rotaie con pochi colpi di maglio; il carro procede fino al nuovo limite, e si ripete ivi il lavoro con regolarità matematica. A mezzogiorno sono compiuti due nuovi chilometri di ferrovia e il *treno di posa* percorre quel tratto, portando il pasto ai lavoratori. Si mette quindi all'opera la squadra delle ore pomeridiane, e alla sera ecco aggiunti due altri chilometri, sui quali si avanza l'accampamento rotante ».

E fu soltanto per questa saggia organizzazione del lavoro che il generale Annenkoff potè in brevissimo tempo spingere la ferrovia in quei paesi inospitali, che parevano riservati soltanto agli esploratori (1).

L'inaugurazione della strada ferrata transcaspiana fu fatta a Samarkand, presso la tomba di Tamerlano, con grande concorso di pubblico elegante e rivista di truppa e feste di notte; essa terminò con una festa da ballo data dal generale Annenkoff nella stazione stessa di Samarkand, sala degnamente scelta da lui che aveva felicemente e in sì breve termine compiuta un'impresa creduta fino allora impossibile e che non a torto noi abbiamo voluto registrare fra i grandi lavori del secolo.

Nè la Russia, come abbiamo visto, si è arrestata alla Transcaspiana. Dopo di questa le grandi linee si sono seguite, per allacciare i più lontani paesi, ed è venuta la *Transiberiana* alla quale precedentemente accennammo,

(1) Mentre scriviamo, giunge la notizia della morte di questo generale, a cui la Russia per le ferrovie asiatiche dovrà un'enorme parte della sua futura grandezza. Aveva 63 anni ed era stato un ottimo ufficiale.

La ferrovia transcaspiana. — Il lavoro dei Turcomanni.

e il cui compito non è soltanto quello di abbreviare il giro del mondo. Tutti sanno che il centro commerciale più importante in Europa è Londra, e nella Cina Scianghai. Ora, avvicinando enormemente queste due metropoli, la Transiberiana farà sì che i prodotti cinesi, — segnatamente il the, lo zucchero, il riso, la seta e il rabarbaro — invadano assai più agevolmente i mercati d'Europa.

Per la via Calais-Brindisi-Mar Mediterraneo-Mar Rosso-Oceano Indiano e Pacifico, s'impiegano oggi al minimo 44 giorni di viaggio, e per quella Londra-New-York-S. Francisco-Scianghai appena dieci giorni di meno. Invece, con la progettata linea Calais-Vladivostok-Scianghai gli Europei arriveranno per terra, tranne che nel breve tratto fra le due ultime città, in soli 20 giorni al grande emporio cinese.

E ancora di qualche giorno verrà ridotto questo tempo se prenderanno a Stretinsk la *transmanciuria*, che tocca Tsisticar, Kirin, Mukden e Porto Arthur, abbreviando di 547 chilometri il lungo itinerario, e passando a traverso terre fertili e popolate, il cui clima è assai più temperato che non al nord della Manciuria e al Sud dell'Amur.

Il generale Annenkoff.

La distanza totale fra Pietroburgo e Vladivostok, cioè dal Baltico al Pacifico, è di circa 10,500 km. dei quali 7543 appartengono alle regioni transiberiane, cominciando da Celiabinsk sul versante orientale dei monti Urali. Questa linea asiatica si divise da prima in cinque tratti:

1.° Da Celiabinsk a Tomsk (chilom. 1492). È un tronco di ferrovia piano, già in esercizio fino a Omsk dal 1895, e fino a Tomsk dal 1896. È quasi parallelo alla linea di divisione fra i fertili paesi del sud della Siberia e quelli boscosi e brulli del nord. Oltre l'Obi, il paese è fertilissimo, coltivato e popoloso. Siccome la linea postale, cioè la più diretta, passa distante da Tomsk, centro importante, si è costruito un tronco, lungo circa 100 chilometri che l'unisce a Taïchuaïa.

2.° Da Tomsk ad Irkutsk (chil. 1770). La via era in esercizio dal 1897 fino a Krasnoiarsk, capitale dello Jenissei; ora lo è quasi interamente. Per dimostrare quanto sia stato intenso il lavoro basti dire che in un sol giorno si posero più di 6 chilometri di rotaie.

3.° Da Irkoutsk a Stretinsk (chil. 1555). La costruzione di questa parte è la più costosa e difficile, dovendosi aprir la via attraverso ai Monti Yablonovoi e Nertchinsk (che formano la catena spartiacque degli affluenti dell'O-

Ferrovia transcaspiana — Un treno di posa.

ceano glaciale e Pacifico) attorno al lago Baïkal (475 metri sopra il livello del mare) e nelle anguste valli della Ohilka; cosicchè in un luogo raggiunge l'altezza di 1150 metri. Questo 3.° tratto, passando per Crasnojarsk e Nishni Udinsk, è di grande importanza militare commerciale ed amministrativa perchè rappresenta la linea d' unione tra la Siberia occidentale e l' orientale, e perchè il fecondo terreno che attraversa costituisce la zona più attiva dell'industria aurifera siberiana.

4.° Da Stretinsk a Khabarovka (chil. 2132). Questo tronco (che ora sembra definitivamente abolito) sarebbe corso parallelamente al fiume navigabile Amur.

5.° Da Khabarovka a Vladivostok (chil. 818). Di quest'ultima sezione è già dal '97 in esercizio il tratto fino a Grafskaja, di dove si stacca un tronco di circa 12 km. mettente capo a Jman sull'Ussuri; ed ora è interamente compiuta.

Il piano fu poi modificato dal 4.° tratto in avanti, allo scopo di minuire la distanza della linea e di attraversare un paese più propizio, e, com'è sopra detto, si fece di Porto Arthur il punto terminale della Transiberiana, lasciandosi fuori tutto il 5.° tratto, e allacciando Kiria con Vladivostok e Mukden con Pekino. Naturalmente, per far ciò, ci volle l'adesione del Celeste Impero, che non tardò a darla per avvantaggiare il commercio della Cina, senza pensare probabilmente che così facendo la Manciuria diventerebbe una provincia russa, come lo sarà senza dubbio, coll'andar del tempo, tutto il vasto impero. La Russia o l'Inghilterra: ecco le due mine che serpeggiano sotto la Muraglia. Ciò che il fiorente Giappone (1) non fece colle sue formidabili corazzate,

(1) Sulla fine del 1893 il Giappone aveva già 2817 Km. di ferrovie, ora ne conta più di 4000 Km., dei quali circa la quarta parte è governativa. Servono per il commercio e per i trasporti militari. Tutto il litorale, molto importante strategicamente, è percorso da strade ferrate — come lo sarà fra poco anche l'occidentale —

faranno quelle grandi potenze europee con le ferrovie, che stringeranno da ogni lato la decrepita nazione. Nè son sole a minacciarle. È noto che vi hanno concorrenti d'ogni paese, anche extraeuropei, che fanno a gara per concessioni ferroviarie in Cina. I sindacati erano testè più di una dozzina, e dietro ognuno d'essi si celava ben inteso la rispettiva potenza a muovere i fili per soverchiar l'altra e impossessarsi di un brano purchessia della preda.

Ecco i principali gruppi concorrenti secondo l'*Handels Museum:*

1.° La Transiberiana che, traversando la Manciuria, raggiungerà come si è visto con un ramo Port Arthur nella penisola Liao-Tung, e coll'altro Pekino;

2.° Un Sindacato inglese, contro il quale eleva diritto di precedenza la Russia. Per esso la « Hong-Kong and Scianghai Bank » avrebbe ottenuto dallo Tsong-li-Jamen una concessione nominale per acquistare i terreni e costruire una linea dalla penisola di Liao-Tung e Niu-Schuang;

3.° Un Sindacato Belga che avrebbe assunto una ferrovia al sud di Pekino;

4.° Il Sindacato Anglo-italiano che ha ottenuto alcune coltivazioni minerarie, e che dall'Ho-nan dovrebbe costruire una linea verso Han-Kow sullo Jang-tse-Kiang, e quindi nel cuore della zona d'influenza inglese;

5.° In modo analogo alla concorrenza che il Sindacato inglese N. 2 vorrebbe fare alle linee russe nella Manciuria, la Banca russo-cinese avrebbe ottenuto dal Governo Imperiale l'impianto e l'esercizio d'una linea da Sching-Ting all'ovest di Taguen-fu, capoluogo dello Scen-di, proprio nella zona ove il Sindacato anglo-italiano ottenne la nota concessione mineraria;

6.° Diverse Società tedesche, con un capitale di 100 milioni di marchi, hanno la concessione di ferrovie nella provincia dello Scian-Tung, dov'è la stazione navale germanica di Kiao-Schou;

7.° Un Sindacato franco-belga ha ottenuto la concessione d'una linea da Pekino alla predetta grossa città di Han-Kow, sul medio Jang-tse-Kiang, che si svolgerebbe per 1200 Km. nelle popolose provincie di Pe-ci-li, dello Sciantung, dell'Ho-nan e dell'Hu-pe.

Ci sarebbe infine anche un Sindacato americano, concorrente per la grande ferrovia centrale del N. 7, da Pekino ad Han-kow, che si è obbligato a versare 39 milioni di *täels* al Governo cinese, senz'alcun obbligo di sovvenzione da parte del governo medesimo.

Oltre a questi, vi sarebbero i progetti da Pekino a Nan-king e Canton, grande arteria che rannoderebbe tutte le provincie littoranee del Pe-ci-li, dello Sciang-tung, del Kiang-su, dello Ngan-wei, dello Sce-kiang, del Kiang-su, del Fo-kien e dello Kwan-tung; mentre un'altra è progettata dagl'inglesi da Canton fino alla costa di fronte ad Hong-kong. Infine la Francia tende per parecchie vie a prolungare le linee del Tonkino colle finitime provincie di Kwang-si e dello Jun-nan, verso il quale sono pur diretti gli sforzi degl'Inglesi dall'alta Birmania, a traverso le giogaie frapposte ai medî corsi dell'Iravadi, del Saluen e del Mecong, accennando anche all'alto corso montuoso dello Jang-tse-Kiang.

per l' espansione verso la Siberia. La direzione delle ferrovie giapponesi fu fino a poco fa nelle mani degli Inglesi; ma ora tutto il personale è giapponese, come in ogni ramo dell'industria. Nella lotta sui mercati asiatici fra Europei e Giapponesi, questi, oltre al vantaggio geografico avranno quello del lavoro ivi retribuito pochissimo. Basti dire che un operaio guadagna 35 centesimi al giorno, e la donna 15.

Ferrovia Transcaspiana — I lavori di adattamento dei binarii sotto la direzione del Gen. Annenkoff.

Non tutte queste linee sono destinate a passar in breve dallo stato di progetto a quello di fatto sebbene il campo sia vasto e ormai aperto a tutti. Si oppongono per esempio varie circostanze locali poco favorevoli, come le popolazioni in gran parte povere, i trasporti per acqua a vil prezzo, il carattere cinese tenace e diffidente delle novità, e la concorrenza già accanita sugli stessi percorsi tra gli aspiranti rivali anche prima di smuovere una palata di terra. È però presumibile che i nuovi poderosi mezzi di sfruttamento delle grandi « risorse » naturali della Cina e quelli di rapido trasporto, finiranno presto o tardi coll'imporsi e propagarsi nelle più remote provincie; e le correnti rivali si adatteranno a trovare un compromesso che lasci a ciascuna la sua parte di lavoro e di profitto.

Ritornando alla Transiberiana, aggiungeremo che si predisposero altre

Una linea della Transcaspiana.

due diramazioni dalla grande arteria, verso l'Europa. Una di esse, già aperta, collega Porto Arcangelo sul Mar Bianco, con la rete della Siberia occidentale, animando il commercio da qualunque punto di quella regione al Mar Caspio libero di ghiacci dall'aprile al settembre.

Il commercio della Siberia non potè finora prosperare per la sua eccessiva lentezza a traverso le poche vie terrestri. I mercanti russi, senza la ferrovia, erano forzati a una marcia di 100 giorni consecutivi per andare a traverso il *tract*, da Nishni Novgorod a Kinchta. Non potendo però fare il lungo tratto di seguito, sostavano spesso qua e colà, nei punti in cui si tenevano le fiere; sicchè impiegavano circa un anno nell'andata e ritorno per esitare, in carovane, le pelli di martora, di scoiattoli, di volpi, di zibellini, di castori, d'orsi bianchi, oltre ai prodotti naturali di cui è ricco il suolo siberiano, come oro, platino, argento, piombo, rame, ferro, sale, carbone, ecc.

Chi vuol viaggiare oggi in Siberia — ci apprende il Cotteau — deve fornirsi di un *podoroiné* (permesso) rilasciato dalla polizia senza il quale lo *smotritiel* o mastro di posta non gli fornirebbe i cavalli, dovendo appartenere al viaggiatore il veicolo, il pesante *tarantas* da cui l'europeo esce con le ossa peste, come la carriola che Alfonso Karr rassomiglia a una trappola in cui il

Un treno della ferrovia Transiberiana.

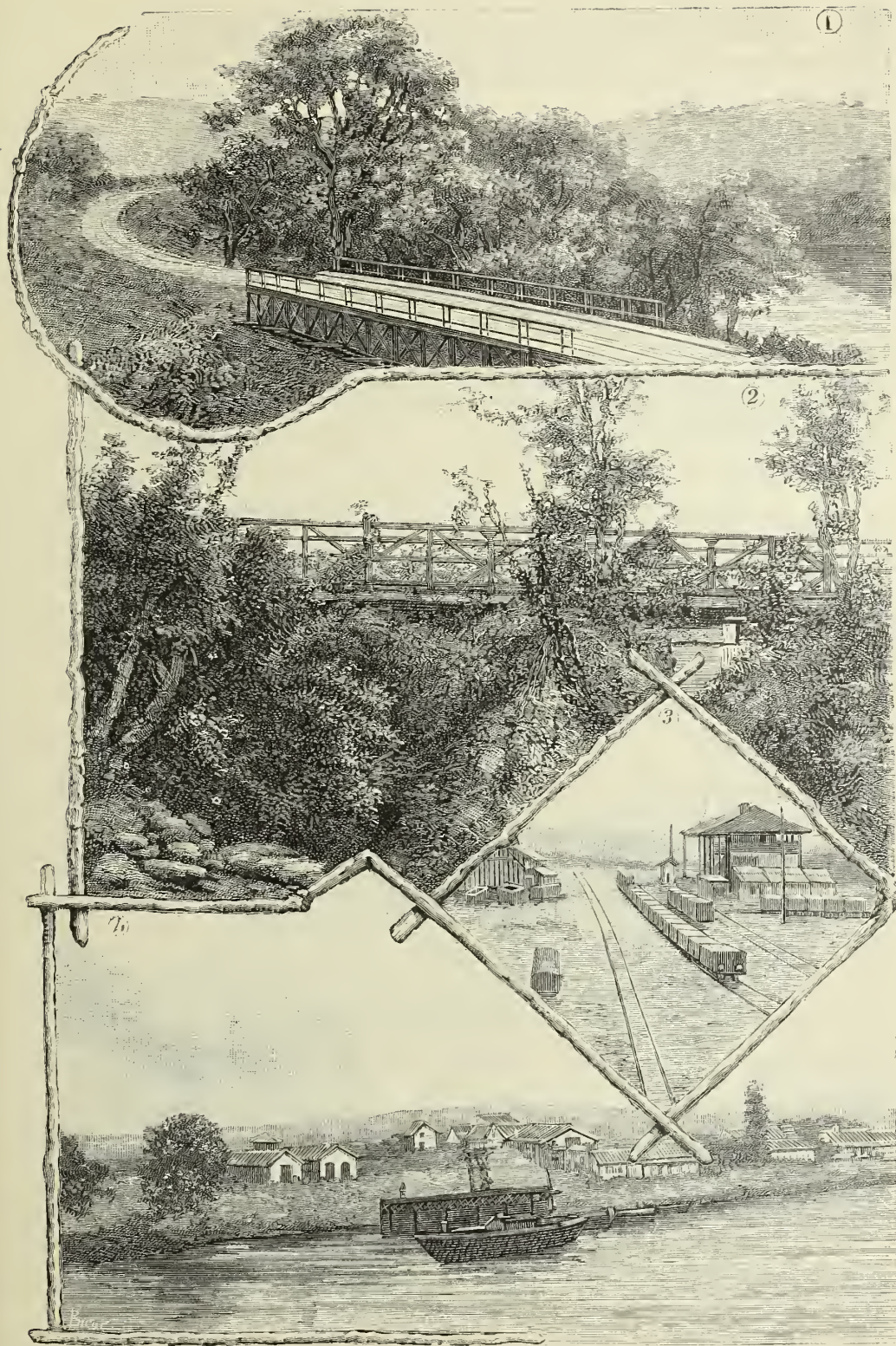
povero sorcio-viaggiante ballonzola, sbattendo incessantemente contro le pareti di fil di ferro. E quando il guasto della vettura o della strada non lo arrestino in mezzo alla landa senza confini, il viaggiatore non può proseguire la via, perchè la posta più prossima manca di altri quadrupedi che non sono ancora ritornati, o che furono requisiti in precedenza da un più fortunato viandante col suo bravo permesso in tasca; e la tristezza, l'infinita tristezza di una sosta forzosa in un meschino villaggio è aumentata dalla seria difficoltà di procurarsi i viveri.

Tutto ciò, oltre agli innumerevoli vantaggi commerciali, non accade più quando vi sia la ferrovia: con essa si possono percorrere in pochi giorni le lande senza confini, e in treni comodissimi e forniti di ogni *comfort*. Quelli già in esercizio si compongono di vetture di tre classi: qualche vagone di 2.ª classe e molti di 3.ª di un tipo eccellente e che di notte si trasformano in dormitorii a tre file di letti. C'è poi la 4.ª classe composta unicamente di carrozzoni, nelle pareti dei quali è aperta qualche finestra e nel cui interno sono panche rudimentali. Una specialità dei treni transiberiani sono i vagoni cappella, eleganti, severi; con finestre a vetri, colorati, adibiti ai raccoglimenti spirituali, durante la lunghissima traversata. Con essi e coi vagoni-*restaurants*, coi vagoni di ogni genere di commestibili e coi vagoni-farmacia, si formano veri paesi ambulanti, nei quali il viaggiatore può soddisfare i più piccoli bisogni, evitandosi, cogli sballottamenti dei veicoli primitivi, coll'incertezza delle tappe, con la rigidezza del clima e cogli assalti dei lupi affamati, il tristissimo spettacolo dei deportati sospinti a copie fra le catene, a furia di sferzate, ed invocanti col canto della *miloserdnaia* (misericordia) la pietà dei nativi:

« È difficile condurre le zattere contro corrente; i guardiani sono implacabili; i loro bastoni sono pesanti, i loro *cnut* tagliano la pelle; il nostro cibo è la carogna che il lupo non ha mangiato, e queste torture dureranno fino alla morte! ».

Un altro sbocco di capitale importanza per i paesi circum-mediterranei venne deliberato dalla Compagnia delle ferrovie Ciscaucasiane tra il Don e il Volga; e prima che finisca il secolo essa imprenderà la congiunzione della sua rete da Zarizin sul Volga colla Transiberiana a Celiabinsk, passando per Orenburgo ed Uralsk, e risalendo in gran parte la valle dell'Ural. Questa ferrovia non meno utile delle altre presenti e future, sarà lunga circa 1500 chilometri ed attiverà nuove colture nelle steppe percorse ed ora quasi abbandonate, sviluppando pur colassù le industrie del sale, del ferro, degli altri metalli e delle pietre preziose, tanto copiosi nelle propaggini meridionali degli Urali, mentre condurrà direttamente a Novorossik, testa di linea e porto attivo sul Mar Nero, i grani della Siberia meridionale a miti prezzi, consentiti dalle larghissime esenzioni accordate dal Governo russo per lunghi anni ai nuovi coloni e dalle tariffe di trasporto ferroviario senza paragone più basse di quelle delle reti nord-americane.

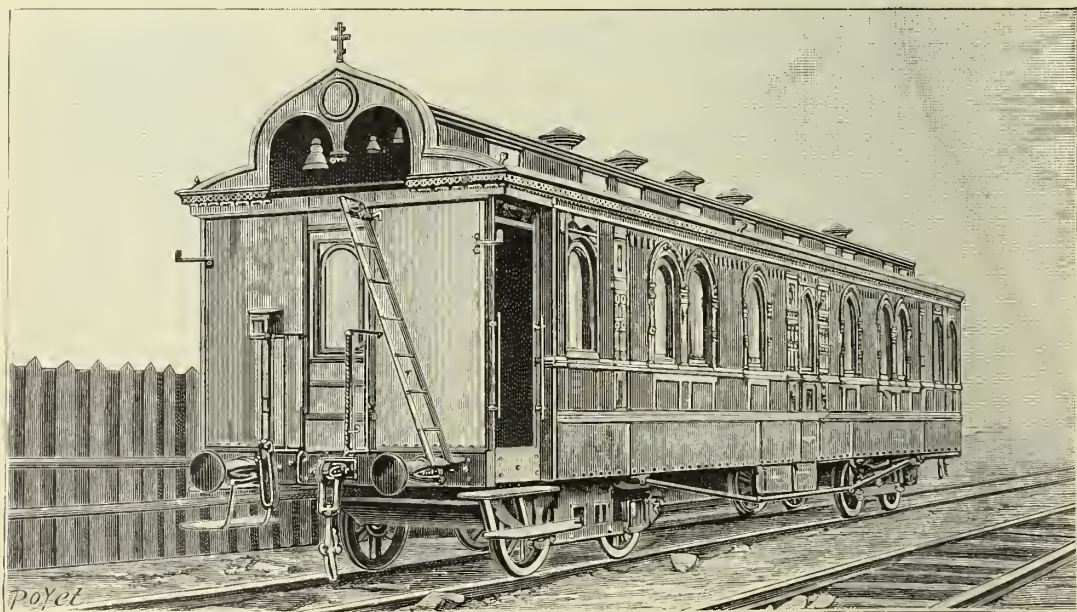
Da gran tempo la Russia tendeva a congiungere con la sua rete ferroviaria la vasta e importante sua dipendenza della Trans-Caucasia, posta tra il Mar Nero ed il Caspio e dominante tutte le vie strategiche e commerciali verso le provincie turche dell'Armenia e della Mesopotamia, come verso la Persia. Finora il Caucaso non è valicato che da due strade postali attraverso i passi di Mamisson e della Crestovaja-Gora, che è la celebre gola del Darial corrispondente alle antiche *Porte Caucasee.* La grande ferrovia da Rostav sul Don si arresta a' suoi piedi a Wladikaucas, donde una linea lungo le falde settentrionali del Caucaso si porta verso il Caspio a Petrowsk, Derbent e Baku, il centro delle inesauribili fonti di petrolio. Essa è da tempo riunita con Poti e Batum sul Mar Nero dalla linea transcaucasiana passante per Tiflis; ma il giro attorno a tutta la gran catena, sino alle sue radici orientali, è troppo lungo per le esigenze commerciali e militari; e perciò, abbandonati i progetti di ferrovia per il Darial a cagione delle troppe difficoltà naturali, venne scelto un passo più a ponente per la nuova ferrovia. Questa muoverà dalla stazione di Nevinoiskaia posta quasi a metà dell'attuale linea dal Mar d'Azoff al Caspio, e risalirà l'alto corso del Cuban, nell'Abcasia, fino a Sukumkalè, nota nei fasti militari dell' ultime guerre d' Oriente, e di là a Poti; mentre coll'orientale da Drandy, attraverso la Mingrelia, raggiungerà ad Abbas Tuman la linea per Tiflis. In tal modo questa capitale e tutta la luogotenenza del Caucaso, avranno comunicazione diretta dentro terra, ed al coperto da ogni sorpresa, col resto dell' Impero; mentre sarà fatto un passo di più verso la meta agognata da ogni buon moscovita: quella di prolungare la linea e l'influenza politica e commerciale russa attraverso la Persia, sino all'Oceano Indiano o al Golfo Persico.

A proposito di ferrovie di là da venire, alle quali sono annessi gl'interessi della grande potenza europea, merita di non esser trascurato il piano della ferrovia fra l'Europa e le Indie, attraverso l'Afganistan. La Russia, infatti, aspira da un pezzo a collegare le sue immense possessioni asiatiche, e quindi la parte europea dell'Impero, con le reti inglesi delle Indie che sono numerose e mettono in comunicazione il Mar Arabico col Golfo di Bengala, Cal- Bombay, il nord col sud della vastissima e ricchissima colonia bri-

Le ferrovie nel Tonchino.

1. Il ponte di Sin-Ganh. — 2. Il ponte di Sin-Sideo. — 3. Stazione di Kep.
4. Panorama di Phu-Langh-Thuong con la stazione.

tannica (1). Due direzioni sono proposte per l'esecuzione del gran disegno. Una linea partirebbe da Mero per giungere a Xeral e Candoar, e quindi a Ciaman; l'altra da Samarkand, e attraverso la Boccaria giungerebbe a Caboul e Pescower. Benchè presenti gravi difficoltà d'esecuzione, sarebbe preferita la seconda linea in vista dell'importanza di Samarkand che è il centro principale per il transito del grande traffico dal nord al Sud dell'Asia e che per la Russia diventerebbe una piazza commerciale di primissimo ordine. Sarà questa probabilmente una delle grandi imprese ferroviarie riserbate al secolo XX.

Mentre la Russia allungava le braccia e continua, come abbiamo visto, con crescente lena verso l'Oriente facendo gola alle rivali europee, queste, specialmente l'Inghilterra e la Francia, si stendevano, e si stendono ognora più verso il Sud progettando ed eseguendo di mano in mano sempre nuove linee ferroviarie nel nero continente.

L'idea di una ferrovia *transaharica* che assicurasse il dominio dell'Africa centrale, quel tenebroso centro per cui tanto si appetisce e che fino a pochi anni fa noi vedevamo sulla carta geografica come un'enorme plaga disabitata; sorrise da parecchio alla Nazione francese, ma il vecchio piano si arenò ben presto nei banchi della diffidenza, e non bastò a trarlo da essi neppure l'occupazione di Tombuctù, emporio del Niger e meta di secolari ambizioni, che era costata tanti terribili eccidii. Le speranze tuttavia non sono perdute, e di tanto in tanto una nuova spedizione tenta le sabbie del deserto, affrontando

Un vagone cappella sulla ferrovia Transiberiana.

la morte con un coraggio degno di ogni glorificazione. La Francia pensò di mostrare alla sua eterna rivale, l'Inghilterra, che vale qualche cosa pur quel

(1) La rete delle ferrovie delle Indie inglesi, che nel 1897 toccava la lunghezza di 40000 chilometri costò la bella somma di 578 milioni di lire. Su la parte terminata nel 1895, passarono in quell'anno 153 milioni di viaggiatori e 34 milioni di tonnellate di merci.

Tracciato schematico della ferrovia Transaharica.

terreno leggiero che il trattato del 1890 le assegnava; e l'Inghilterra, che se ne avvide subito, non fece d'allora che spiarne le mosse; pronta sempre a dare il grido d'allarme, come accadde testè nell'occupazione di Fashoda.

Dall'Algeria si staccano verso il sud varie linee così dette di penetrazione: altre se ne staccano verso il nord al Sudan francese: quando quelle raggiungessero queste, il gran mare di sabbia sarebbe attraversato, dando sfogo al commercio non indifferente delle oasi dattilifere e unendo in un vasto impero le grandi provincie soggette alla Francia. Dalla cartina schematica qui annessa risulta il tracciato delle due linee principali che si progettarono; ma nulla s'è potuto finora definitivamente stabilire per le serie difficoltà che presenta l'impresa. Intanto, le missioni si seguono, più o meno fortunate, e ora favoriscono il tracciato occidentale, ora quell'orientale — che pare obbiettivo dell'ultima in corso, la missione con a capo il capitano Lamy e Fernand Foureau, il noto esploratore che ha compiuto ben nove viaggi in quelle pericolose regioni.

La linea del tracciato occidentale allaccerebbe Timbuctù con Orano, attraverso il deserto Zeidi; quella orientale Filippeville con Cuca, sul Lago Tsad o Ciad, a traverso il pericoloso Air, battuto dai Tuareghi, i terribili nomadi ai quali il colonnello Flatters sacrò la preziosa sua vita. Una terza linea è segnata sulla medesima cartina schematica: quella che congiungerebbe Tripoli a Cuca, e che fu vana opera del nostro connazionale Leone Paladini.

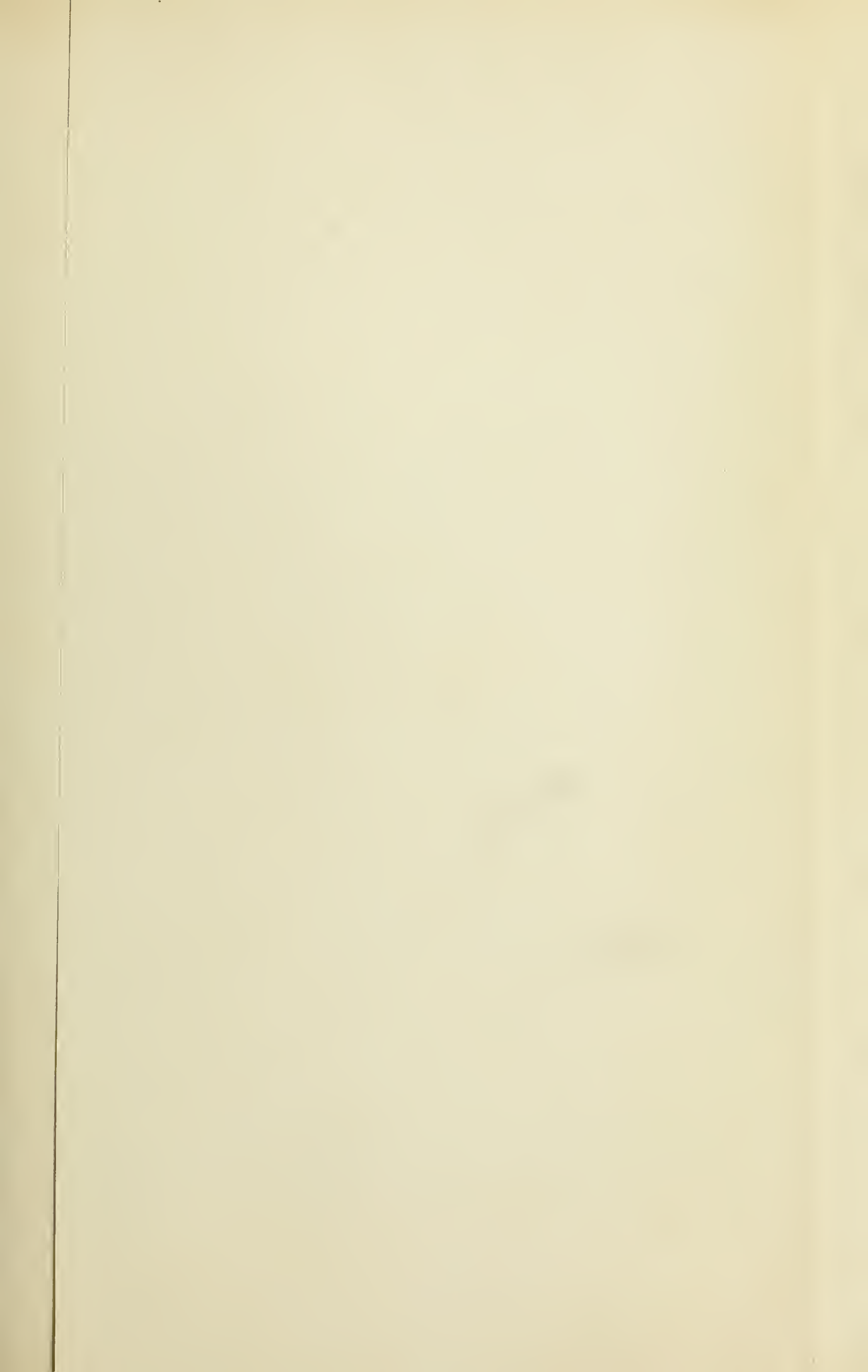
I progetti delle ferrovie *transahariche* e gli ultimi avvenimenti dell'Africa centrale, che hanno rafforzato notevolmente la potenza dell'Inghilterra, sono stati probabilmente la spinta per un'altra grandiosissima impresa: quella che unirà il Cairo al Capo, gittando una ferrovia dal vertice alla base dell'im-

menso triangolo africano. Attualmente, al Sud dell'Africa esistono circa 900 chilometri di ferrovia. Dal Transvaal la linea già in esercizio arriva fino a Bulawayo, al Nord di Bechnanaland. Nell'Egitto, invece, partendo dal Cairo, e seguendo in massima parte il Corso del Nilo, la ferrovia si stenderà fino all'Uganda. Non resterebbe, dunque, che a congiungere Bulawayo con un punto dell'Uganda, vale a dire un binario di circa 2800 chilometri.

Mentre scriviamo, la questione non è ancora risolta, ma tutto fa credere che non finirà il secolo senza che le basi di questa ferrovia non sieno saldamente gettate. L'ing. Seymur, intervistato ai primi di quest'anno (1899) da un giornalista inglese, ha indicato con ogni particolarità l'itinerario della nuova grandissima linea. Essa, da Bulawayo si dirigerebbe verso Gwelo, a 150 chilometri al Nord. Piegherebbe poi leggermente all'Ovest e metterebbe capo nello Zambese, che attraverserebbe poco lungi dalla frontiera delle colonie portoghesi, sopra un ponte gigantesco gittato a 200 metri sul letto del fiume. Di lì, passerebbe presso a poco ad uguale distanza tra i laghi Nyassa e Bangweolo e raggiungerebbe il lago di Tanganyka. Qui ci sarebbe una interruzione di linea, ma non di viaggio, perchè si attraverserebbe il lago in piroscafo per circa 660 chilometri. Sulla sponda settentrionale del lago, la ferrovia riprenderebbe la sua corsa per circa 700 chilometri direttamente nell'Uganda, in un punto non ancora fissato.

Ferrovia del Congo attraverso la foresta.

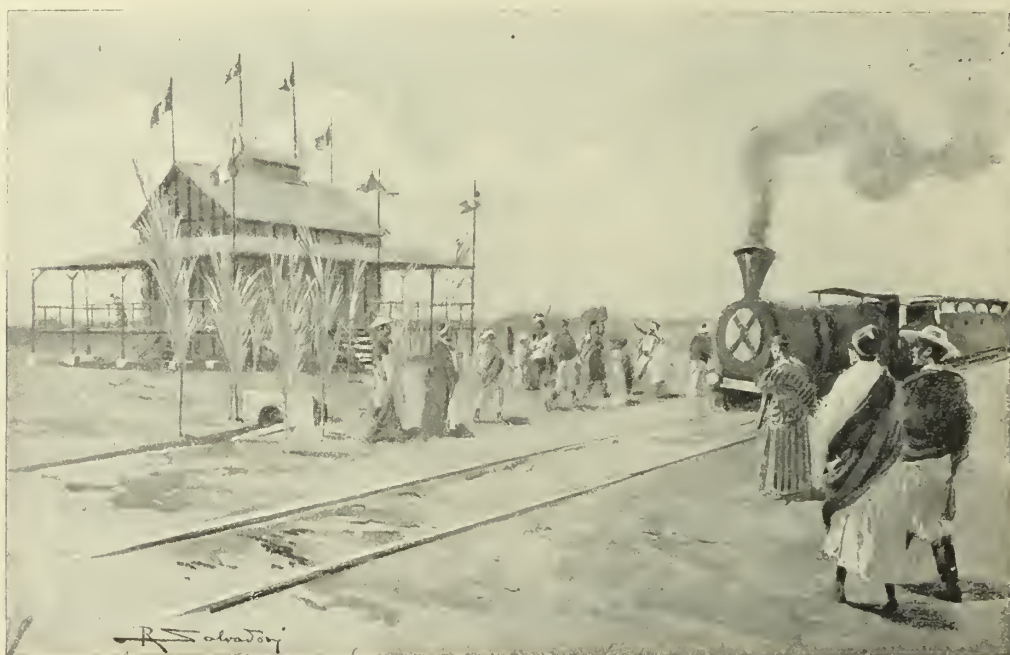
L'ing. Seymour non ha mancato di accennare alle grandi difficoltà naturali da superare. Bisognerà che la ferrovia giri su sè stessa, come nei più alti passi montuosi finora raggiunti, e quando, percorrendo più di cento chilometri, avrà attuita l'altezza voluta, la distanza percorsa in linea retta non sarà che di 20 chilometri! Assai minori saranno invece le difficoltà politiche e di mano d'opera, essendo già a buon punto l'intesa con le potenze alle quali sono soggetti i territorii da attraversare oltre le spese dei possedimenti inglesi, esempio il Belgio, e avendo l'ing. Seymour sperimentato come sia facile il reclutamento delle squadre operaie.

— Io ho percorso la linea — diss'egli al giornalista — nella massima parte della sua lunghezza e garantisco che da per tutto ho trovato popolazioni laboriose e indigeni che si potranno utilmente impiegare nei lavori. Ho visto delle squadre da 20 e 25 indigeni adattarsi alle più rudi fatiche per un salario che non superava i 200 franchi al mese, in moneta europea, per tutta la squadra.

LE FERROVIE INTEROCEANICHE DEGLI STATI UNITI

Proprietà Artistica — *Stab. Lit. della Casa Editrice D. Francesco Vallardi* — *Il Secolo XIX*

Le Ferrovie d Africa — Il tracciato della futura linea Transafricana.

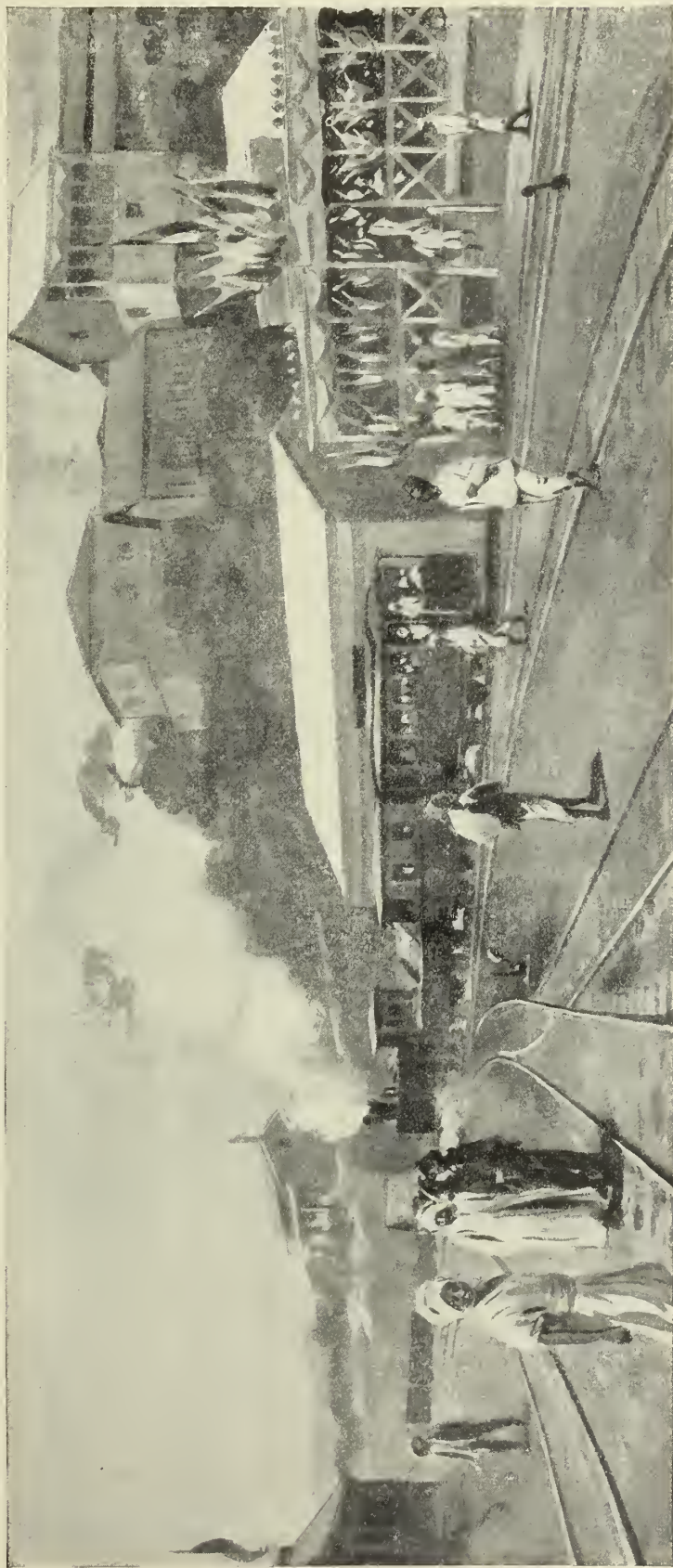
A cotesto piano colossale si sono oramai appassionati tre grandi uomini di tenace carattere e di non comune ingegno: lord Cromer al nord, il sirdar Kitchener al centro e Cecil Rhodes al sud — un diplomatico, un soldato, un ricchissimo uomo politico, e il risultato non potrà esser dubbio, essendo ognuno convinto della verità preconizzata da Stanley: L' *Africa si conquisterà con le ferrovie e co' milioni, o non si conquisterà mai.*

L'Europa, come accennavamo, questa verità la va mettendo in pratica da qualche tempo; e, conquistati i paesi settentrionali, cercò subito di far presa sulle coste dell'immensa regione. Così l'impero Australe si estese sempre più al fischio delle locomotive inglesi, mentre quelle della Francia trionfavano nella Senegambia, e i Tedeschi e gli Olandesi e i Portoghesi aprivano i mercati europei alle esuberanti ricchezze dei paesi assoggettati, mettendosi in comunicazione diretta con le coste e affrancandosi via via dai porti inglesi. Anche l'Italia tentò di avere in mano le chiavi del Mar Rosso, per aprire le grandi porte del commercio abissino; ma non fu fortunata come il Belgio, per esempio,

Ferrovia del Congo — La stazione di Longololo.

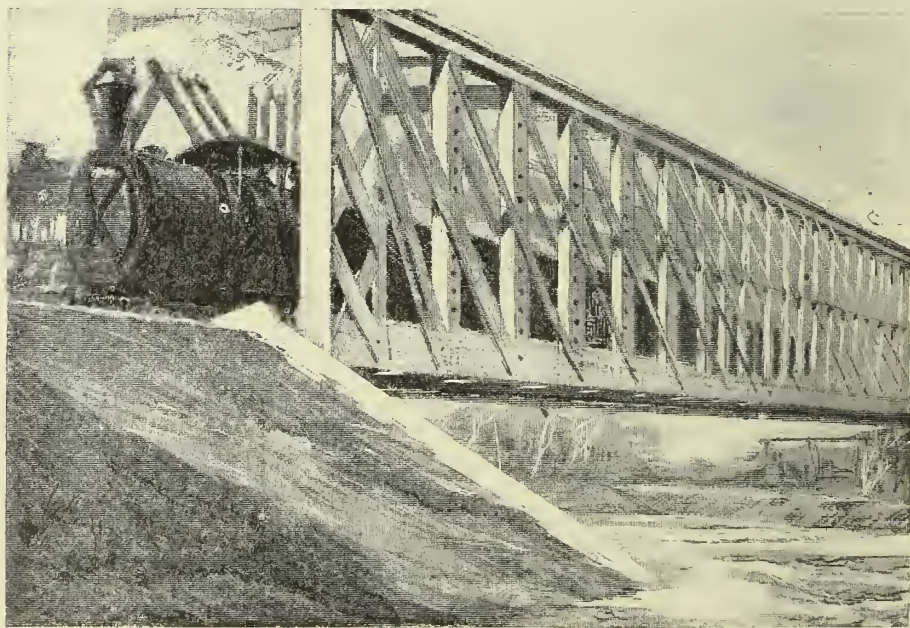
che con la costanza e co' capitali è riuscita ad avere un risultato più che invidiabile. Intendiamo parlare della ferrovia del Congo, che si raccorderà certamente con la futura rete allungantesi dal Cairo al Capo, e che è un giusto orgoglio della perseverante nazione belga. Questa ferrovia, recentemente inaugurata, più che ogni altra, ha avvalorato l'influenza morale che la locomotiva esercita sulle popolazioni non ancora civilizzate, un' influenza assai più proficua di quella dei colpi di cannone e delle scariche di moschetteria.

La ferrovia del Congo, costruita attraverso una regione abitata da genti barbare e feroci, venne infatti compiuta senza ostacolo da parte loro. Si sarebbe detto che la barbarie indietreggiasse man mano che avanzava la locomotiva; e che il Negro, meravigliato dei potenti mezzi di cui il bianco disponeva, si dichiarasse vinto. Essa parte da Matadi e raggiunge Stanley Pool con un percorso di 395 Km. Incominciata nel 1889, vi furono spesi 65 milioni, impiegati 80000 negri e 2000 bianchi, fra i quali molti italiani, che la Compagnia ferroviaria considerava come i suoi migliori ausiliari. Il clima malsano

decimava di giono in giorno le squadre operose; ma si andò avanti lo stesso. S'impiantarono ospedali, infermerie, case, forni, magazzini, pozzi; si creò di pianta la città di Matadi; si trasportò attraverso la regione delle cataratte il greve macchinario per le flottiglie a vapore sul Congo a dorso d'uomo, per alpestri sentieri e lungo valli e paludi...

Da più anni il fischio delle macchine navali risuona sul fiume, accolto sempre con gioia dalle popolazioni redente, alle quali furono insegnate nuove culture, e fatti apprezzare i tesori del loro terreno, delle loro foreste e delle loro miniere. E quella gente selvaggia a poco a poco si trasformò in abili lavoratori, portatori, agricoltori, mercanti; coadiuvando efficacemente i lavori della ferrovia, che da 26 metri, a Matadi, sale a 280 sul colle di Palaballa, in soli 18 Km. Nella parte montuosa fu il più rude lavoro della strada, che tocca m. 385 a Songololo, 480 a Zole, 440 a Tumba, 745 a Zonagongo, 635 a

La Ferrovia del Congo — La stazione di Matadi.

Tumba e scende quindi al porto di Dolo, a m. 315, sullo Stanley-Pool. Nel punto d'arrivo della ferrovia, nelle vicinanze di Leopoldville, è facile l'approdo ai vapori dell'alto Bongo per la navigazione di 1800 chilometri di fiume.

Presentemente, sulla ferrovia del Congo circolano otto treni al giorno, oltre a tre settimanali, e il viaggio dura 9 giorni con pernottazione a Tumba. Tre anni fa occorrevano da 40 a 60 giorni di marcia a piedi, a seconda delle stagioni e lo stato dei torrenti da attraversare; oggi da Anversa si può andare allo Stanley-Falls, nel centro dell'Africa, in un solo mese; di guisa che fra qualche anno, con la già decretata costruzione di alcuni tronchi ferroviarii interni, — fra l'Himbiri e l'Huelle, fra il Lubefu e la Luenga, fra il Lomami e l' Alto Congo, al disopra delle Stanley-Falls — il commercio dell' Africa Centrale prenderà uno sviluppo senza pari, e sarà il coronamento di questa nuova vittoria dell'invincibile mostro di ferro.

Un ponte sulla ferrovia del Congo.

L'inaugurazione della prima ferrovia italiana (Napoli-Portici, 1839)
(da un giornale dell' epoca

LA FERROVIA IN ITALIA

La prima ferrovia e il « Giornale delle due Sicilie » — Le commedie di Altavilla — La Milano-Monza — Ferrovie piemontesi, toscane, romane, ecc. — Le società private — Il riscatto — La Mediterranea e l'Adriatica — Un po' di statistica — Gli ostacoli naturali — Le pendenze, le gallerie, i ponti, le stazioni, ecc.

Fu nel regno di Napoli che si vide per la prima volta, in Italia, correre sulle rotaie un treno tratto dalla locomotiva.

La mattina del 5 ottobre 1859 il *Giornale del Regno delle Due Sicilie* pubblicava in quarta pagina (la quarta pagina non era ancor di que' tempi, infeudata alla *réclame*) la pomposa notizia seguente:

« Ieri, fausto giorno del Nome di S. A. R. il Duca di Calabria, questa Capitale nel più brioso aspetto mostrossi. Il Ministero di Stato, il Corpo Diplomatico, i Capi di Corte con tutti i Cavalieri e le Dame della Real Corte medesima, la Consulta Generale del Regno, i Prelati e i Generali, i Comandanti dei Corpi Militari, gli Uffiziali della Guardia Reale e delle Civiche Milizie e gli altri personaggi tutti cui tanto era dato, si condussero la mattina in grande gala al Real Palazzo di Capodimonte per intervenire al Circolo Straordinario nel quale S. M. il Re N. S. coll'augusto suo Primogenito e cogli altri Reali Principi ricevè con benignità somma i rispettosi loro complimenti per la felice congiuntura.

Si parlò, in quel ricevimento, di cose parecchie ma quel che davvero tenne viva la conversazione fino a quando gl'intervenuti si licenziarono fu l'inau-

gurazione — seguita il giorno avanti — della *strada a rotaie di ferro* da Napoli a Castellammare. Il primo tratto della ferrovia si estendeva da Porta Nolana al Granatello di Portici.

Il Re, Ferdinando II di Borbone, era in quel giorno partito da Napoli verso le undici ore antimeridiane e giunto, nel mezzodì, a Portici ove, nella *Villa Carrione*, luogo di convegno della Famiglia Reale, lo aspettavano i Ministri Consiglieri e Segretari di Stato, il Corpo Diplomatico e parecchi invitati. La partenza del Re era stata annunziata con tre colpi di cannone dal forte del Carmine. All'ingresso della *Villa Carrione* era il Ministro Segretario di Stato per gli affari Interni, che ricevette S. M. e l'accompagnò a un padiglione appositamente costruito nel cortile della villa. Qui furono presentati al Re i Commissari e il capo degl'Ingegneri costruttori della *strada ferrata*. Di faccia al padiglione era un altare e presso all'altare un'orchestra occupata da' suonatori di un Reggimento della R. Guardia.

Lasciamo ancor la parola al cronista del *Giornale delle Due Sicilie:*

« Ad un segnale datosi dall'alto di quella Tenda Reale partì dalla *stazione* di Napoli il primo convoglio composto di vetture sulle quali ordinatamente andavano 48 invitati, 60 Uffiziali dell'Armata di S. M., 30 soldati di fanteria, 30 di artiglieria e 60 marini dei nostri Reali Legni. E chiudeva il convoglio nell'ultima vettura la musical banda della Guardia Reale.

« Giunto esso al Granatello tosto ne tornò alla stazione ond'erasi mosso. Tante vetture di bella e capace forma insieme congiunte eccitavano nel rapido

La stazione di Napoli com'era una volta.
(da un documento grafico del 1839).

ed uniforme lor corso sensazioni tutte nuove; e i suoni della banda musicale, che al ritorno apriva il convoglio, digradando in proporzione della celerità, davano l'idea di quei concenti formati da Spiriti trascorrenti per l'aria, spesso immaginati dalla calda fantasia dei poeti.

« Dopo questo primo viaggio fecesi dal preparato altare la solenne be-

nedizione della nuova strada, e ciò si adempì da Monsignor Giusti, Vicario di Napoli. Una salva di artiglieria annunziò al publico l'adempimento di quell'atto religioso. Immediatamente le vetture del primo convoglio colla giunta della Vettura Reale partirono allora tutte vuote da Porta Nolana e si fermarono sotto al Ponte di Carrione, dove S. M. con la Real Famiglia prese posto nella Real Vettura e tutti i prelodati personaggi che facevanle corteggio si collocarono nelle altre.

Il Real Convoglio si avviò al Granatello e di là ritornando si condusse a Porta Nolana tra lieta moltitudine di gente che festeggiando godevano del nuovo e gradevole spettacolo, sicchè quell' amenissima sponda del Tirreno,

La stazione di Napoli com'è adesso.

ornata di vaghi giardini e ville ed allora tutta coperta dell'allegra popolazione spettatrice, sembrava un anfiteatro oltre l'usato ridente, che non poteva non commuovere dolcemente di diletto e letizia. Un grido di grata ammirazione si alzava dal popolo dovunque passasse il Re col suo magnifico Convoglio. Pervenuto questo alla Stazione di Napoli S. M. ne partì coll'Augusta Famiglia per ritirarsi al Real Palazzo, e così ebbe fine sì memorabile Cerimonia ».

Era venuto in Napoli un ingegnere francese chiamato Armando Bayard de la Vingtrie per chiedere a Ferdinando II il permesso di poter costruire una *strada ferrata*, come si diceva allora, tra Napoli e Nocera. Egli avrebbe, insieme con una sua Compagnia, compiuta l'opera a proprie spese e a proprio rischio. Domandava in compenso che gli si lasciasse per novantanove anni l'usufrutto della strada, che appresso sarebbe divenuta proprietà dello Stato.

La proposta fu studiata dal cavalier Nicola Santangelo, Ministro degl'Interni, e costui fu di parere che s'accettasse in massima. Con decreto del 19 giugno 1836 il Re concesse al Bayard la facoltà di costruir la ferrovia, ma con limitazioni assai più strette di quelle che il Francese avrebbe voluto. I

lavori avrebbero dovuto esser compiti in sei anni: Bayard dovrebbe depositare 100 mila ducati, i quali sarebbero confiscati se in quel tempo non si fosse finita l'opera. L'usufrutto della concessione fu limitato a soli ottanta anni: l'atto tra il Governo di Napoli e il Bayard fu stipulato a Parigi dal notaio M. Hailig alla *Chaussée d'Antin.*

Ottenuta, dunque, la concessione, il Bayard si pose all' opera e fece por mano ai lavori alla fine d'agosto del 1838. Tredici mesi dopo, il primo tratto della ferrovia era aperto e si estendeva, come abbiamo visto, da Napoli al Granatello. Le locomotive arrivarono dall' Inghilterra, le carrozze furono fabbricate a Napoli e con molta solidità ed eleganza. Così Napoli ebbe per la prima, dopo l' estero, quella ferrovia per impiantar la quale s' erano fatti varî tentativi nelle superiori città d'Italia; e l' avvenimento fu celebrato in giornali e in pubblicazioni *ad hoc* con le enfatiche parole di quella prima metà di secolo e con lodi altisonanti alla Casa de' Borboni. Chi volesse rendersi conto in maniera affatto esauriente delle pratiche compiute dal Bayard con Ferdinando II, delle disposizioni del re, dell'entusiasmo del popolo, del fatto tecnico e delle osservazioni che si fecero in proposito potrebbe leggere un lungo scritto di Achille Antonio Rossi al riguardo. Esso fu pubblicato negli *Annali Civili* e si trova nel volume ventunesimo di quella collezione.

Torre d'osservazione sulla prima linea Milano-Monza.

Un'illustrazione comica ebbe l' avvenimento sul teatro *San Carlino*, pel quale in quegli anni scriveva Pasquale Altavilla. Il successo delle costui commedie, ibrido miscuglio di verità e di stupidaggini fantastiche, era riposto nell' attualità dei soggetti ch' egli trattava. Un parrucchiere apriva la sua nuova bottega, ed ecco Altavilla che scrive una commedia su *Munzù Raison;* il *Caffè* d'*Europa* spalancava al publico per la prima volta le sue porte, e Altavilla intesseva un'altra delle sue pappolate sul fatto; diventava di moda il pane all'uso francese, e giù un'altra commedia: *La folla pe lo pane franzese.*

Una ventina di giorni dopo l'inaugurazione della ferrovia Napoli-Portici troviamo, nell' elenco degli spettacoli del *S. Carlino: La redicola partenza di Pangrazio sul vapore.* Si cominciava dunque ben presto a profittare dell'avvenimento per far ridere i frequentatori del vecchio teatrino di Piazza Castello.

stello. Dopo un anno, quando il secondo tratto della ferrovia fu prolungato fino a Castellamare, Pasquale Altavilla scrisse: *Na inta a Castiellammare pe la strata di fierro* e vi mise dentro la *caratterista*, don Pancrazio Cocozziello, Pulcinella, il Tartaglia e tanti altri tipi buffoneschi del suo repertorio. Il successo fu strepitoso. I napoletani del 1840 si contentavano di un teatro dialettale come quello, pur che li facesse molto ridere. Così accade anche oggi: il teatro di Scarpetta non è più artistico di quell'altro. Illogicità, esagerazioni, buffonate, ecco tutto. Eppure gli ottimi borghesi si divertono un mondo, e *don Felice* scrive perfino le sue *Memorie!* . .

Ma . . . non ci mettiamo sulle rotaie che altri più degnamente percorre-

Il treno d'inaugurazione sulla linea Milano-Monza.
(Da un documento del 1849).

ranno; e per chiudere il rapido cenno intorno alla prima ferrovia italiana, ecco una *Tariffa dei trasporti sulla strada di ferro* napoletana, che ci pare un elemento di curiosità molto caratteristico:

Viaggiatori pe' primi posti	grani	5 (1)
Idem pe' terzi posti non più di	»	3
Bue, vacca, toro	»	5
Cavallo, mulo o altro animale da tiro	»	3 1/2
Vitello, porco, montone, pecora, capra	»	1 1/2
Per ogni dieci cantaia di mercanzie derrate o materie	»	12
Vettura sopra piattaforme	»	12 1/2

Per ogni pacchetto o collo che pesi isolatamente meno di due cantaia e mezzo, cioè 222 1/2 chil. si pagherà a seconda del prezzo fissato nella tariffa generale. Tali pacchetti o colli saranno giudicati isolati quando essi non facciano parte di una spedizione che riunita pesi due cantaia e mezzo, o più, o ad una medesima persona.

Nel Regno Lombardo-Veneto diede l'inizio alle costruzioni ferroviarie l'industria privata. La prima linea, da Milano a Como, fu ideata dal nobile Zanino Volta, figlio del celebre scienziato comasco, e dall'ingegnere Bruschetti di Milano, che n'ebbero la concessione con sovrana patente del 27 luglio 1837, ma non si diè mano per allora ai lavori. Altra concessione fu data in aprile del 1838 alla ditta Holzhammer di Bolzano, che la cedette poi ad una Società anonima, per la linea da Milano a Monza. Questa fu solennemente inaugurata il 18 Agosto 1840, e fu la seconda linea compiuta nella nostra penisola, e la prima d l Lombardo-Veneto.

Fra gli Stati ond'era suddivisa l'Italia prima del 1860, il Piemonte diede alle costruzioni ferroviarie l'impulso maggiore, vincendo tutte le gravi difficoltà opposte dagli eccelsi suoi monti e dagl'impetuosi suoi fiumi e torrenti. E non procedette senza fondati criterj, ma secondo un programma saggiamente ma-

(1) Ogni « grano » moneta borbonica era circa 4 centesimi italiani.

turato da prima, considerando i futuri congiungimenti colle linee dei paesi circonvicini. Fu giusto il Piemonte a concepire e a sostenere la grandiosa idea di aprire attraverso alla granitica massa delle Alpi un'agevole via al commercio internazionale; e non tardò a preparare i mezzi per l'effettuazione della gigantesca impresa. Poi che, autorizzata dal re Carlo Alberto, una Società ebbe fatto gli studi preliminari, il Governo deliberò il sistema delle ferrovie piemontesi in due grandi linee principali; una delle quali unisse Genova a Torino, passando per Alessandria, e l'altra da Alessandria mettesse capo al Lago Maggiore attraversando la Lomellina. Ultimati gli studi di *dettaglio*, venne ordinata il 13 febbraio 1845 la costruzione delle due linee a spese dello Stato. Il tratto da Torino a Moncalieri della prima linea fu aperto al pubblico in settembre del 1848, e la linea intera il 24 dicembre del 1853; e l'altra fu interamente compiuta nel giugno del 1855.

La stazione di Monza nel 1840.

Dopo la proclamazione dello Statuto del 4 marzo 1848, alla feconda opera del Governo s'aggiunse quella privata, e la rete ferroviaria piemontese si andò infittendo rapidamente ognor più. Nel 1850 una Società anonima, di cui faceva parte il conte di Cavour, ottenne la concessione delle ferrovie da Torino a Savigliano e Cuneo, e da Savigliano a Saluzzo. Nel 1852 lo Stato deliberò di costruire a proprie spese la strada ferrata da Torino a Susa, donde la strada del Moncenisio metteva in Savoja, e ne affidò i lavori alla Società Jakson, Brassey e Henfrey; mentre concedeva ad altre società di capitalisti le ferrovie da Torino a Vercelli e Novara, da Bra a Cavallermaggiore, e da Mortara a Vigevano.

Nel 1853 il Governo consentì alla proposta della Società Laffitte, Bixio ed altri di costruire ed esercitare una ferrovia da Modane, per Chambery, alla frontiera francese d'allora ed a Ginevra, sotto il nome di *Strada ferrata Vittorio Emanuele*. La Società, si fuse tre anni appresso, con quella di Novara, serbando il nome di Vittorio Emanuele ed assumendo le linee di Savoja e della Torino-Novara, oltre alla Torino-Susa cedutale dal Governo.

La stazione di Milano nel 1840.
(fac-simile di una stampa dell'epoca).

Nello stesso anno furono egualmente affidate all'industria privata le linee da Genova a Voltri, da Torino a Pinerolo e da Santhià a Biella; nel 1854 quelle da Valenza a Casale e Vercelli, e da Alessandria a Stradella con dira-

mazione da Tortona a Novi; nel 1856 quelle da Alessandria ad Acqui e da Chivasso a Ivrea; e nel 1859 quelle da Torreberetti a Pavia e da Novara alla Cava d'Alzo sul lago d'Orta.

A una sì viva attività d'uno stato non grande, nè ricco, contribuì efficacemente l'illustre ministro Paleocapa, che animò il Governo e i privati alle nuove imprese, e trattò e concluse quasi tutte le concessioni accennate. Di guisa che il Piemonte formò in pochi anni una rete ferroviaria che, oltre alle interne comunicazioni, gli assicurava la congiunzione colle linee degli Stati limitrofi.

Nella Toscana la prima concessione l'ebbe nel 1838 la *Società anonima della strada ferrata Leopolda,* per la linea da Firenze a Livorno, e nel 1846 ottenne pur quella della linea da Lucca a Pistoia. Nel 1844 si formò la *So-*

La ferrovia della Porretta — Stazione interna.

cietà della strada ferrata centrale toscana, e le fu data la concessione della linea che, partendo da Siena, doveva metter capo alla Leopolda presso Empoli; nel 1846 quella della *Strada ferrata Maria-Antonia,* per la linea Firenze-Pistoia; e più tardi quella delle *ferrovie lucchesi,* per la Lucca-Pisa. Nel 1860 le Società, meno quella della *Centrale toscana,* si riunirono e composero la *Società anonima delle strade ferrate livornesi.*

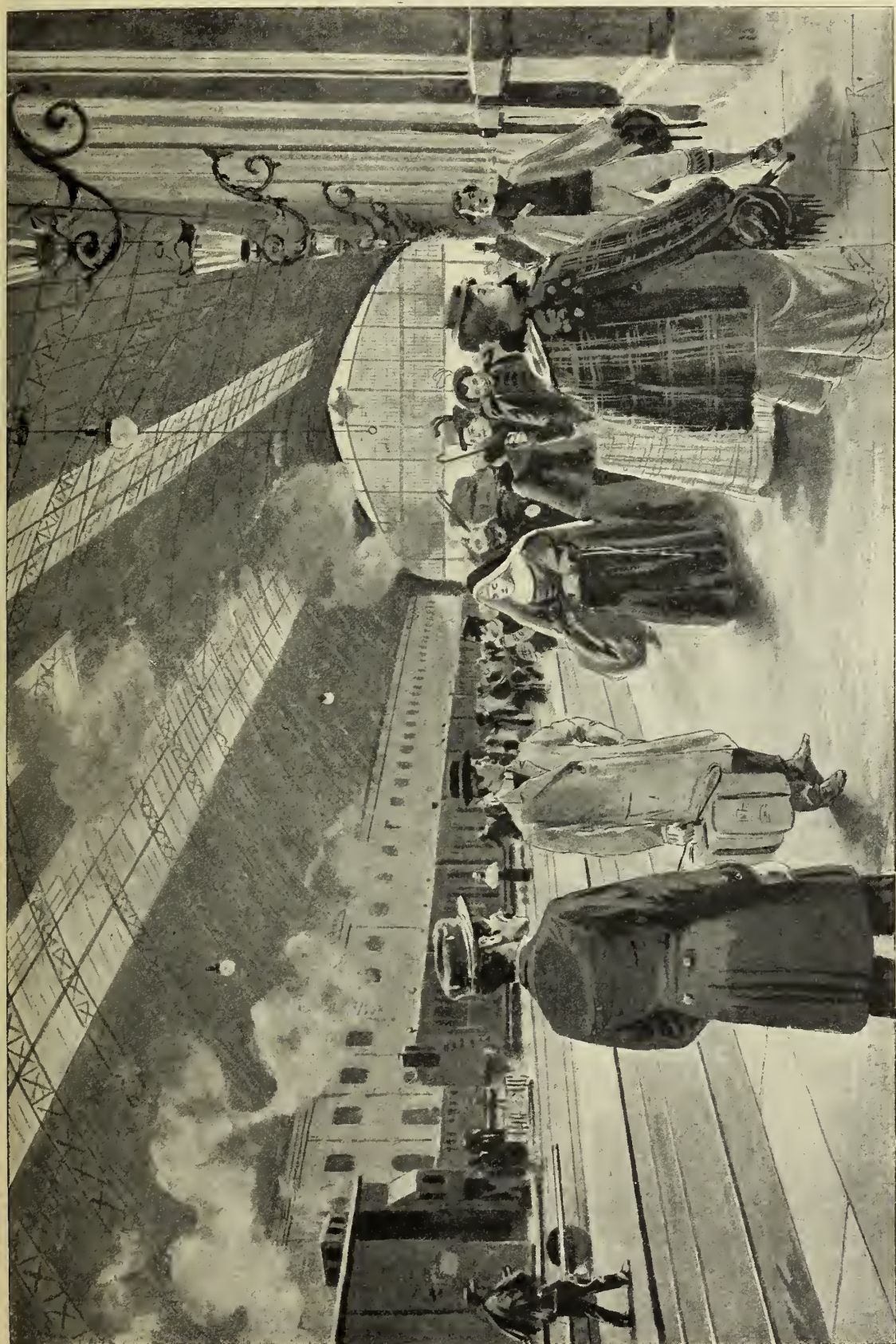
Il Governo pontificio deliberò nel 1846 la costruzione delle ferrovie, che, partendo da Roma, dovevano menare a Ceprano, allora sul confine del reame di Napoli, a Civitavecchia, a Porto d'Anzio e a Bologna, per Foligno ed Ancona. Ma furono spesi vari anni in semplici studi e progetti, e la prima concessione fu data soltanto nel 1856, per la linea Roma-Civitavecchia, compiuta e aperta al pubblico il 24 aprile 1859. La società concessionaria, che prese il nome di *Società della strada ferrata Pio Centrale,* ebbe poi la concessione anche della linea Roma-Bologna e del suo prolungamento fino a Ferrara. Nel '56 si costituì pure la *Società della strada ferrata Pio Latina,* cui vennero concesse le linee Roma-Frascati e Roma-Ceprano. Nel '60 le due Società ne formarono una sola col nome di *Società generale delle strade ferrate romane.*

Ma i mutamenti causati dalle guerre del 1859 e 1860 ridussero in condizioni poco favorevoli le varie Società ferroviarie; poichè i confini delle singole reti, presso che corrispondenti da prima a quelli dei singoli Stati, non avevano più ragione d'esistere dopo l'unificazione d'Italia, e arrecavano impacci e complicazioni e maggiori spese d'esercizio.

In quella la *Società Vittorio Emanuele* che, colla cessione della Savoia alla Francia, ebbe la sua rete spartita dal nuovo confine, e doveva quindi tenere due amministrazioni diverse, propose al Governo italiano di rilevare le linee da esso possedute nell'Alta Italia e di assumere la costruzione della rete calabro-sicula; e il Governo accettò favorevolmente la doppia proposta, in pari tempo, durante il regime dittatoriale di Napoli, il generale Garibaldi aveva decretato che si eseguissero nel cessato reame, a spese dello Stato, le linee di congiunzione colla rete romana su tutti e due i versanti dell'Adriatico e del Mediterraneo, e ne diede alla *Società Adami e Lemmi* la concessione. Questa fu in appresso ratificata dal Governo italiano, che stipulò nuovi patti con vari capitalisti, onde non mancasse il danaro necessario, ma invano, poichè gli assuntori, appunto per gravi difficoltà finanziarie, dovettero abbandonare l'impresa. In seguito a ciò il conte Pietro Bastogi, assicuratosi il concorso d'altri capitalisti, si offerì nel 1862 d'assumere la concessione di quelle ferrovie meridionali, e gli fu in effetto accordata con legge del 21 agosto 1862. Ebbe così origine la *Società per le strade ferrate meridionali*, e fu la prima grande azienda ferroviaria d'Italia, formata da italiani. Nel successivo anno fu costituita la *Società reale delle ferrovie Sarde* per la costruzione e l'esercizio delle strade ferrate in Sardegna.

Si faceva intanto sentire ognor più forte il bisogno d'un riordinamento generale delle amministrazioni ferroviarie. Vi provvide la legge 14 maggio 1865 colla quale venne sancita la cessione delle linee piemontesi governative, e promossa la fusione delle varie reti, mediante la formazione delle tre grandi Società *dell'Alta Italia, delle Romane e delle Meridionali*. La rete della *Società dell'Alta Italia* comprendeva le linee piemontesi già dello Stato, quelle private da prima esercitate dalla *Società Vittorio Emanuele*, e quelle appartenenti alla società della Lombardia e dell'Italia centrale. In seguito ebbe pure la linea di Modane, la Pontebbana, la Firenze-Pisa-Genova-Ventimiglia e la Savona-Acqui; e assunse l'esercizio d'altri tronchi per dirette trattative coi concessionari. La *Società delle Romane* fu costituita colla fusione delle Livornesi, della Centrale Toscana, delle Maremmane, e dell'antica *Società Generale delle Romane*, ed oltre l'esercizio di tutte le citate linee assunse l'obbligo di compirne la rete.

La *Società delle Meridionali*, in aggiunta alla prima concessione, ebbe la linea da Bologna ad Ancona, sicchè possedette l'intera ferrovia da Ancona ad Otranto, con le diramazioni da Bari a Taranto, da Foggia a Napoli e da Ceprano a Pescara. E nel 1871 fu dal Governo incaricata di ultimare ed esercitare la rete calabro-sicula.

Ma il nuovo ordinamento si mostrò in breve non privo d'inconvenienti e, imponendosi la necessità di provvedervi, a grado a grado si affermò l'idea del riscatto di tutta la rete italiana. Così, nel 1874 vi fu la proposta di riscattare le ferrovie romane e meridionali, e d'affidarne poscia l'esercizio, insieme a quello delle calabro-sicule, alla *Società delle Meridionali*, coll'obbligo di co

L'interno della Stazione centrale di Milano.

Ponte ferroviario di Bogliasco — Riviera di Levante.

struire delle nuove linee, ma la cosa non ebbe effetto. Solo nel susseguente anno, con la convenzione di Basilea, fu concordato il riscatto delle ferrovie dell'Alta Italia che fu approvato con la legge del 29 giugno 1896. Fu il ministro Depretis che pensò più tardi di riscattare anche le linee romane e meridionali, e di riunire tutte le ferrovie della penisola in sole due reti, *Mediterranea* ed *Adriatica*, per concederle in esercizio a due Società, che avrebbero dovuto pagare un canone fisso allo Stato e sottostare ad altre condizioni. Questa unione ebbe luogo soltanto nel 1895, mediante una convenzione stipulata dall'on. Genala. La rete Adriatica fu data alla *Società delle strade ferrate meridionali*, che serbò la sua esistenza giuridica e restò proprietaria delle linee ad essa concesse e le reti Mediterranea e Sicula vennero accordate, per l'esercizio, a due Società anonime.

Al contratto di concessione dell'esercizio fu stabilita per ciascuna Società la durata di 60 anni, ma con la facoltà alle parti di disdire il contratto per la fine d'ogni ventennio dandone avviso due anni innanzi. Tutto il materiale e le provviste delle antiche reti andarono ripartiti fra le nuove, secondo i singoli bisogni, e la *Mediterranea* pagò allo Stato 135 milioni, l'*Adriatica* 115 e la *Sicula* 15. Lo Stato poi si obbligò a pagare annualmente alle tre Società, a titolo di compenso, il 5 per cento dei capitali da esse versati. Dei 265 milioni incassati dal Governo ne furono destinati 144 a lavori di restauro, compimento ed ampliamento, e il resto alla costruzione di ferrovie complementari.

Secondo l'Annuario statistico del 1898, pubblicato dal ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, le ferrovie d'Italia, comprese quelle di proprietà privata, erano a tutto dicembre 1896 ripartite come segue:

Rete *Mediterranea* chilometri 5765; rete *Adriatica* 5602; rete *Sicula*, eser-

citata dalla *Società italiana per le strade ferrate della Sicilia* 1093; *Ferrovia Sicula-occidentale* 188; *Ferrovia Palermo-Corleone* 68; *Ferrovia Circum-Etnea* 113: Ferrovia sarda esercitata dalla *Compagnia Reale* 414; Ferrovie secondarie della Sardegna 621; Reti minori unite della penisola 1583. Sono quindi in tutto chilometri 15.447.

Il costo complessivo di tutte le suddette linee e del materiale ruotabile e d'esercizio è di oltre 5 miliardi. Il materiale mobile comprende circa 2800 locomotive, 8400 vagoni e 50,000 carri. Il numero degl'impiegati, compresi gli addetti al basso servizio, è d'oltre 100.000; quello dei viaggiatori in un anno è intorno a 50 milioni; e quello dei treni (viaggiatori, misti e merci) di circa 900.000. Il prodotto lordo annuale si aggira sui 340 milioni.

Benché le ferrovie d'Italia non presentino delle opere eccezionalmente importanti, di fronte a quelle degli altri paesi, la natura del suolo solcato da numerosi fiumi e torrenti, e sollevantesi a notevoli altezze lungo le catene dell'Appennino e i contrafforti delle Alpi, ha reso pur necessari molti ardui lavori che furono tutti felicemente compiuti. E specialmente considerabili, rispetto alla tecnica, sono le linee da Torino a Genova, da Ivrea ad Aosta, da Novara a Pino, e la litoranea da Genova a Spezia, e tutte quelle attraversanti l'Appennino da Bologna a Pistoia, da Roma per Orte e Foligno ad Ancona,

Ponte a travate di Ostia.

da Terni a Rieti ed Aquila, da Napoli a Foggia, da Napoli a Potenza ed al Jonio, da Eboli a Reggio.

Il tratto della Torino-Genova da Novi a Sampierdarena, considerando l'epoca in cui quella linea fu costruita, nella quale l'arte ferroviaria moveva tuttavia i primi suoi passi, sembrava veramente un'opera colossale. Al passo dei Giovi la strada sale con pendenze fino del 35 per mille, e percorre dieci gallerie, una delle quali lunga più di 3 chilometri.

Se non che ai bisogni del commercio ognor più attivo di Genova mal rispondeva quella via, non potendo nè anche le più potenti locomotive superare le sue forti pendenze traendo dei convogli molto lunghi e pesanti. Perciò, decretata la legge del 1879 sulle ferrovie complementari, venne costrutto con inclinazione non superiore al 25 per mille il tronco detto *Succursale del Giovi* che, diramandosi presso Sampierdarena dalla linea preesistente, e percorrendo una galleria di oltre 8 chilometri, si ricongiunge a quella linea presso Ronco.

L'altro valico, che mette Torino in diretta comunicazione con Savona, non oltrepassando la pendenza del 25 per mille, fu inaugurato nel 1874. La linea spiccandosi da Bra, fiancheggia il Tanaro, tocca Ceva, e di là, mediante vari viadotti taluno dei quali di costruzione arditissima, e varie gallerie fra

La ferrovia di Marino.

cui quella di Belbo lunga più di 4 chilometri, giunge a San Giuseppe di Cairo, e scende quindi fino a Savona.

Per la linea da Genova a Spezia, dove i monti scendono qua e là dirupati o a picco verso la spiaggia, furono necessarie numerose gallerie, quattro delle quali oltrepassano la lunghezza di 3 chilometri, e curve a piccolo raggio per la sinuosità della costa, e grossi muri di sostegno e scogliere, per difesa della strada dalle frane e dalle mareggiate.

La linea Novara-Pino, che fu ultimata nel 1882 e congiunge direttamente Genova colla ferrovia del Gottardo, si spicca da Oleggio, stazione della Novara-Arona, e finisce al rio Dirinella, che segna il confine colla Svizzera, sulla sponda sinistra del Lago-Maggiore.

Sulla sua totale lunghezza di 65 chilometri e mezzo ve ne sono 13 e mezzo di gallerie. Poco al di là di Oleggio la strada procede incassata in una trincea di 2 chilometri, della media profondità di 10 metri, e si trova successivamente la galleria di Varallo-Pombia, lunga 1680 metri; il viadotto di Pombia alto

Interno della Stazione di Torino.

più di 20 metri; con 8 arcate, ciascuna colla luce di m. 14.00; il pregevole ponte sul Ticino, presso Sesto Calende; altre trincee e gallerie fin sopra Laveno; la galleria di Caldè, lunga quasi tre chilometri; nuove trincee molto profonde; un viadotto sulla valle Bagnolo; altre gallerie; il ponte-viadotto sulla Tresa; l'imponente stazione internazionale di Luvino, e da Luvino al confine poderosi muri di sostegno verso il lago, altri piccoli viadotti e gallerie, e da ultimo il ponte metallico sul rio Dirinella.

Forse più ardito di quello dei Giovi fu il passaggio dell'Appennino per la ferrovia da Bologna a Pistoja, aperta al pubblico nel 1864. La linea percorre la valle del Reno fino a Pracchia, dove raggiunge l'altezza massima di metri 618 sopra il livello del mare, poi scende nella valle dell'Ombrone e mette capo a Pistoja, con pendenze che toccano il 26 per mille. Oltre a molti viadotti vi si contano ben 47 gallerie, la più lunga delle quali è di m. 2727.

E molti ponti, viadotti e gallerie ha la linea da Terni a Rieti ed Aquila lunga 104 chilometri, e inaugurata nel 1883. Partendo da Terni, a 129 m. sul livello del mare, si stende sulla valle del Troncone, attraversa i monti, raggiunge con pendenza fino del 30 per mille l'altipiano delle Marmore, a metri 375, procede sulla pianura dei fiumi Velino e Turano, tocca la stazione di Rieti a metri 391 d'altezza, passa per la valle Stenaro, sale con pendenze che arrivano al 36 per mille alla massima altezza di metri 990 della Sella di Corno, e scende poi per l'opposto versante dell'Appennino fino alla stazione d'Aquila, a metri 621 di altezza.

La ferrovia da Foggia a Napoli, lunga 197 chilometri, ha circa 11 chilometri di gallerie. La sua massima pendenza è del 22 per mille, e la massima elevazione è di metri 546. A circa otto chilometri da Foggia penetra nella valle del Cervaro, costeggia per lungo tratto quel fiume, percorrendo tre piccole gallerie, serpeggia quindi nella valle, attraversando due altre gal-

lerie ed il fiume per ben dodici volte, tocca il punto culminante all'imbocco della maggior galleria dell'Appennino, lunga 3215 metri, scende sul versante tirreno, dove s'interna in altre quattro gallerie, una delle quali di m. 2633, procede nella valle del Miscano, traversa due volte il fiume Ufita, penetra nella valle del Calore, segue quel fiume fino al punto ch'esso sbocca nel Volturno, e finalmente per la valle del Caprone mette capo a Caserta.

Va infine citata la ferrovia da Palermo a Caltanissetta e Catania, specialmente per il tratto detto di Vallelunga, nell'esecuzione del quale si vinsero eccezionali difficoltà, e dove trovasi la galleria di Marianopoli, di m. 6482.

L'Italia, proporzionatamente all'estensione delle sue reti ferroviarie, pur non tenendo conto dei trafori Alpini, ha una totale lunghezza di gallerie superiore a quella d'ogni altro paese. La sola rete Mediterranea ne possiede 287 chilometri, e l'Adriatica 170.

Lo specchietto qui sotto raccoglie quelle che oltrepassano i due chilometri:

Galleria	della Succursale dei Giovi (Genova-Novi)	circa metri	8000
»	del Giovi (Genova-Novi)	»	3258
»	di Marianopoli (Palermo-Caltanissetta) . . .	»	6482
»	del Belbo (Savona-Bra)	»	4257
»	di Sella »	»	2312
»	di Biassa (Genova-Spezia)	»	3819
»	di Ruta »	»	5047
»	di Mesco »	»	3034
»	di Doria »	»	3008
»	di Vallegranda »	»	2523
»	di Monterosso »	»	2285
»	dell'Appennino (Foggia-Napoli)	»	3215
»	» »	»	2633
»	di Laveno (Novara-Pino)	»	2934
»	di Varallo-Pombia (Novara-Pino)	»	2680
»	dell'Appennino (Bologna-Pistoia)	»	2727
»	di Casale »	»	2619
»	di Valenza (Alessandria-Mortara)	»	2330

In quanto ai ponti e viadotti delle ferrovie italiane, dei quali si dirà più distesamente in altro articolo, i più importanti sono: il ponte in muratura attraverso alla Laguna veneta; il ponte-viadotto, pure in muratura, sull'Oglio, per la ferrovia Treviglio-Rovato; i ponti metallici di Piacenza, Mezzanacorti, Pontelagoscuro, Borgoforte e Casalmaggiore, tutti sul Po, e l'altro sul Ticino presso a Sesto Calende; il viadotto in ferro sul vallone dell'Olona presso Malnate; il ponte-viadotto di Velletri, quello di Trezzo, sull'Adda, di Paderno, ecc.

Grandiose sono le Stazioni delle principali città e di quelle dove convergono più linee, e varie di esse sono pure notevoli per architettonici pregi e per buon gusto e lusso di decorazione. Rispetto all'architettura primeggia fra tutte quella di Porta Nuova a Torino, di puro stile italiano, costrutta secondo i disegni dell'ingegnere Mazzucchetti. La pianta risponde pienamente allo scopo di separare i servizi di arrivo da quelli di partenza, onde renderli più agevoli e spediti, sistema seguito in altre grandi stazioni italiane. Ai fianchi della tettoia, una delle più vaste e più eleganti d'Italia, si elevano due fabbricati, collegati, all'estremo verso la città, da uno spazioso porticato. Questo chiude da un capo la tettoia, aperta ai treni dall'altro e munita di sette binari, e co-

munica con altri portici, per la comoda circolazione del pubblico. Il porticato mena da un lato a uno spazio coperto per le vetture e all'atrio d'uscita, e dall'opposto lato al grande atrio per la distribuzione dei biglietti e il servizio dei bagagli. La decorazione della facciata principale, tutta in pietra, è policroma; ed altre decorazioni in pietra si scorgono pure nell'interno. E stucchi e dipinti adornano le maggiori sale e la stessa tettoia. La superficie coperta è di circa 20.000 metri quadrati, e la spesa di costruzione ammontò a 3.400.000. Lire.

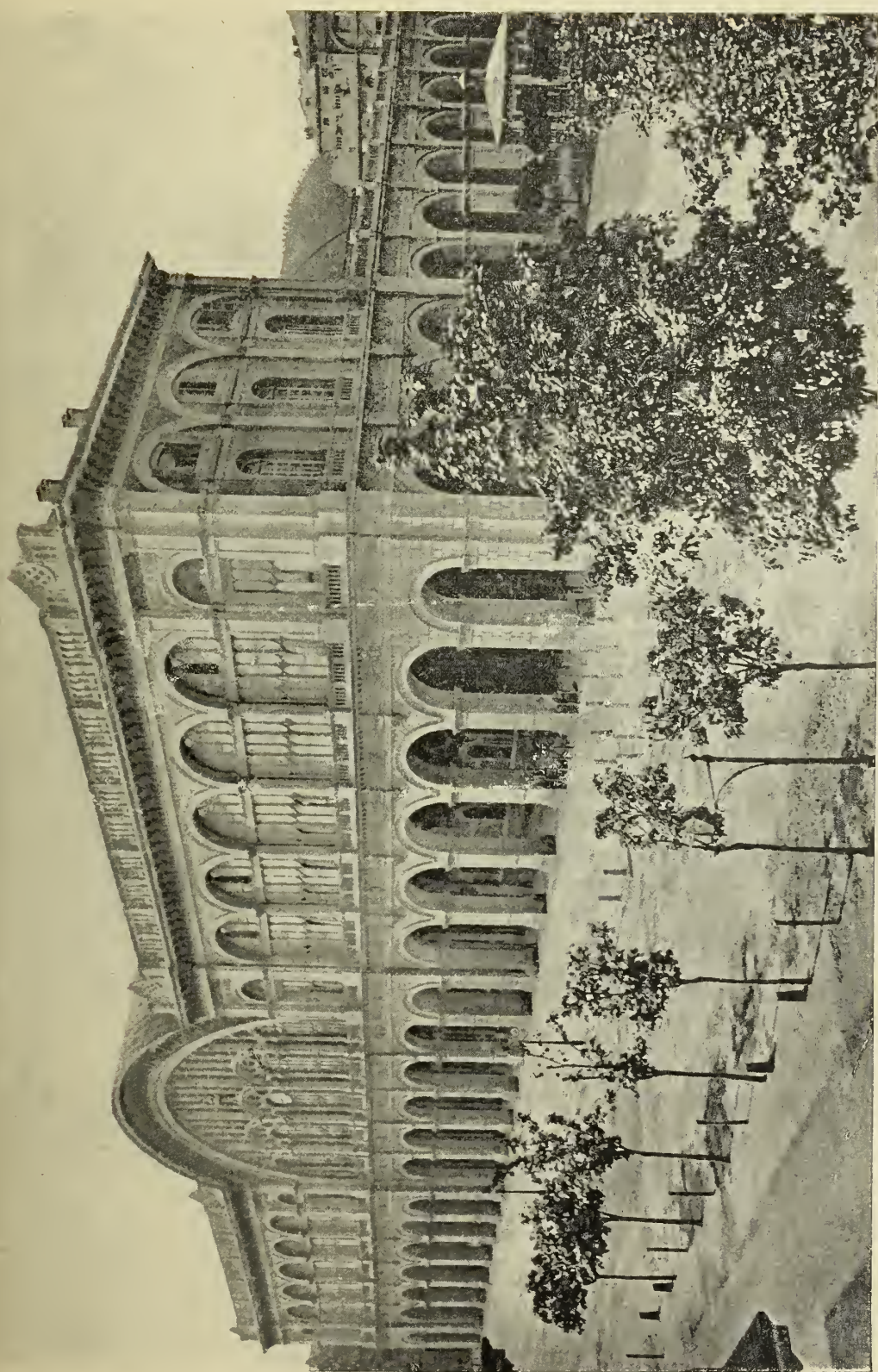
La ferrovia Potenza-Rocchetta.

Per vastità d'impianto merita un cenno anche la stazione di smistamento a Milano, detta di Porta Sempione, che occupa un'area di oltre 200.000 metri quadrati, e fu costruita sul progetto dell'ingegnere Bermani, che ne diresse i lavori. La sua costruzione fu suggerita dal continuo aumento del traffico, che rendeva ognor più insufficiente la secondaria stazione di Porta Garibaldi nella quale si fa il servizio della piccola velocità.

Le manovre di smistamento mediante binari inclinati furono per la prima volta esperimentate nel 1866, nella stazione di Dresda-Neustadt, dove si utilizzò per il lanciamento un binario che aveva la pendenza del 18 per mille. Riconosciuta l'utilità del sistema, che apportava risparmio di tempo e di spesa, esso venne in breve applicato, con appositi impianti, in altri paesi. Con tale sistema la locomotiva trae sulla sommità dei binari inclinati il treno di carri da smistare, e questi, di mano in mano staccati, scendono sul piano declive da soli fino agli scambi e piattaforme girevoli, mediante i quali ogni carro è poi tradotto su questo o quel binario, secondo la via che deve quindi percorrere.

Nella stazione di smistamento a Milano vi hanno due binari di lanciamento colla pendenza verso quelli di smistamento del 10 per mille, per un tratto di 350 metri, e in contropendenza verso i binari d'arrivo dei treni; segue al primo un tratto di 185 metri colla pendenza del 6 per mille, e a questo un ultimo tratto orizzontale. I binari di lanciamento, mediante una serie di biforcazioni, dànno accesso a trenta binari di smistamento, che costituirono tre fasci distinti, e si prolungano fino al recinto della stazione. E dall'estremo inferiore dei binari di lanciamento si diramano quelli di disimpegno, per il libero movimento, da un punto all'altro della stazione, delle locomotive isolate o con carri. Fra i binari di disimpegno e quelli di corsa ve ne hanno altri otto, che servono allo stazionamento dei treni ed alla ricomposizione dei convogli, secondo le singole destinazioni. Gli scambi dei binari di smistamento sono manovrati col mezzo degli apparecchi di sicurezza Saaby e Farmer, da una sola cabina posta all'origine dei binari, dalla quale si può vedere l'intero sviluppo di essi. Oltre a ciò la stazione comprende numerosi fabbricati per gli uffici, la rimessa delle locomotive, l'officina dell'illuminazione elettrica, e per tutto quanto è richiesto da un perfetto servizio.

Anche in Italia, a somiglianza degli altri Stati, oltre alle principali furono costruite varie ferrovie economiche, quali col fine di rendere più agevole la comunicazione di popolose contrade colle prossime città, e quali per congiungere alle grandi reti i paesi secondari e di poco traffico, o per provvedere da sole ai ristretti bisogni di quelli. Le prime sono a scartamento ordinario, ma costrutte con molta economia, onde vi si poterono fissare delle miti tariffe che produssero un vivo movimento di viaggiatori e di merci. Fa parte di esse la piccola rete formata dalle linee della *Società Nord-Milano* e da quelle dette *del Ticino,* la quale rete mena da una parte ad Erba, e dall'altra a Saronno, Como, Varese, Laveno. La seconda categoria di ferrovie economiche è costituita da quelle a scartamento ridotto, coi binari cioè larghi soltanto c. 85. Tali sono le due linee da Menaggio a Porlezza e da Ponte Tresa a Luino, che congiungono i tre laghi lombardi. La pendenza della prima linea tocca il 50 per mille, e quella della seconda il 31.50. Questa però, che segue in gran parte il corso della Tresa su terreno fangoso e in gole a tratti molto ristrette, rese necessaria la costruzione d'una galleria e di ponti, viadotti, muri di sostegno e palafitte.

Presso che contemporaneamente a quella delle ferrovie economiche ebbe principio ed ebbe in pochi anni un notevole sviluppo la costruzione delle

Esterno della Stazione di Torino

tramvie a trazione meccanica, specialmente nell'Alta Italia e nei dintorni di Napoli, dove le numerose e larghe strade carreggiabili si prestavano agl'impianti con poca spesa. La totale lunghezza delle accennate tramvie, notata nel ministeriale Annuario statistico italiano del 1898, era a tutto dicembre 1897 di chilometri 3055, 249 dei quali su strade nazionali, 1920 su strade provinciali, 597 su strade comunali, 389 in sede propria.

Ed ebbero parimenti un grande sviluppo nell'interno delle maggiori nostre città le tramvie a cavalli, sostituite ora, quasi dappertutto, da quelle elet-

Esterno della Stazione di Roma.

triche con o senza *trolley*. La prima tramvia elettrica è stata quella di Fiesole, che ha preceduto le altre di una diecina d'anni. La prima ferrovia elettrica quella che da Milano va a Monza, aperta al pubblico ai primi del febbraio ultimo. È un'unica carrozza che può contenere un centinaio di viaggiatori, e pesa, compresi gli accumulatori, oltre 50 tonnellate. Essa è montata su due carrelli, a ciascuno dei quali è unito un motore elettrico che sviluppa la forza di 65 cavalli. La velocità massima raggiunta è di 60 chilometri all'ora.

Intanto la Società Adriatica, ottenuto il consenso del Comitato superiore delle ferrovie, sta per esperimentare la trazione elettrica con vetture automobili, munite di accumulatori, sulla linea Bologna-Sanfelice; e la Società Mediterranea ha già compiuto il progetto, che fu approvato dal Governo, per la trazione elettrica alla Galleria dei Giovi e a quella Succursale fino a Ronco, secondo il quale progetto, a imitazione del sistema felicemente attuato sulla

La ferrovia elettrica Milano-Monza, con vista degli accumulatori.

linea americana Baltimora-Ohio, la forza generatrice dell'energia elettrica sarà data dal vapore mediante meccanismi fissi agl'imbocchi delle gallerie.

Dopo Fiesole si provvidero successivamente di tramvie elettriche Genova nel tronco che va dalla Piazza Varrone alla Piazzia Manin (1892); Milano, dalla Piazza del Duomo a Porta Sempione (1893); Roma (1895) che avrà quest'anno uno sviluppo di 40 km. di vie elettriche. A Torino i *trams* elettrici s'inaugurarono nell'aprile del 98 in occasione dell'Esposizione. Il servizio è esercitato da due compagnie: *La Società elettrica dell'Alta Italia* e le *Società Belga e Torinese* riunite. La prima adottò il sistema misto con accumulatori e conduttura aerea; l'altra , in gran parte la conduttura sotterranea, non avendo il Municipio permesso che i fili ingombrassero i quartieri centrali. Le vetture della Società anonima sono munite di due motori di 20 cavalli ciascuno. La presa della corrente, per la conduttura aerea, si effettua non da un trolley ordinario, ma per mezzo dell'archetto Siemens e Halske.

I tram di Milano hanno una rete di 64 km. con 94 km. di binario. L'energia è fornita dalla *Società Edison,* le cui officine sono a Piazza Volta e a Paderno. Il servizio con vetture eleganti e frequentissime è innappuntabile; comincia all'alba e termina dopo la mezzanotte; nelle prime ore del giorno la tariffa è di 5 centesimi per agevolare la grande famiglia operaia della capitale morale d'Italia. Di un effetto sorprendente è, a sera, la Piazza del Duomo, dove convergono tutte le linee tramviarie. Intorno al monumento a Vittorio Emanuele girano incessantemente diecine di vetture illuminate, come in un enorme carosello...

Nell'anno in corso Genova e la Riviera avranno una rete di 70 km. di sviluppo, esercitata da tre compagnie proprietarie: *La Società dei tramways elettrici e funicolari,* che fa il servizio cittadino e quello Staglieno-Prado-Doria ; la *Società dei tram orientali,* che assumerà il servizio della Riviera a Nervi ; *L'Unione italiana dei tram elettrici* che batterà le linee della Riviera di Ponente a Voltri e da Genova a Pontedecimo. Ogni vettura ha due motori di 25 cavalli, e l'energia è fornita dalla stazione centrale della Società Genovese.

A Firenze, la *Société anonyme des tramways florentins* mentre scriviamo sostituisce la trazione elettrica a quella animale. La rete comprenderà 18 linee con uno sviluppo di 51 km. Le salite sono alquanto forti, principalmente sulla linea Viale dei Colli (5 per cento); Piazza del Duomo-Fiesole (8 per cento) e su quella Piazza del Duomo-Sellignano (4 per cento). Le vetture sono provviste di due motori di 25 cavalli, come quelli liguri, e d'un freno elettromagnetico consistente in un disco fissato al *truck* della vettura, concentrico a un secondo disco montato su di un pernio; facendo passare la corrente nei motori del disco fisso, si sviluppa una corrente magnetica che attira il disco mobile e fa da freno con una azione quasi immediata.

I tram elettrici a Genova.

Anche a Napoli s'è inaugurata recentemente la trazione elettrica sulla linea Museo-Torretta, e certo essa andrà anche lì di mano in mano sostituendosi a quella animale, a malgrado di qualche pendenza; e dopo Napoli verranno le altre grandi città delle provincie meridionali, Palermo, Catania, Messina, come le altre città toscane, lombarde ed emiliane seguiranno l'esempio di Milano, di Firenze, di Livorno, di Torino... Ora si parla delle concessioni di una ferrovia elettrica Iseo-Breno, di un'altra Benevento-Napoli, di una terza Salò-Desenzano-Lonato-Castiglion delle Stiviere, ecc., e di tramvie nell'Alta Valle del Po, nel Veneto, nelle Marche, nell'Umbria... Sicchè sulle cento città, fra dieci anni, si allungherà come una grande, un'immensa tela di ragno; nella stessa guisa onde la Penisola, da Susa al capo Spartivento, venne corsa, nella seconda metà dell'agonizzante secolo, da interminabili biscioni neri e paralleli, sui quali il trionfatore dall'anima di fuoco scivola emettendo lunghi gridi di gioia. Quante vittorie del Vapore in poco più di cinquant'anni, anche in Italia! Ed ecco un altro meraviglioso atleta che si avanza, in Italia e fuori, ancora più baldanzoso e possente: l'Elettricità.

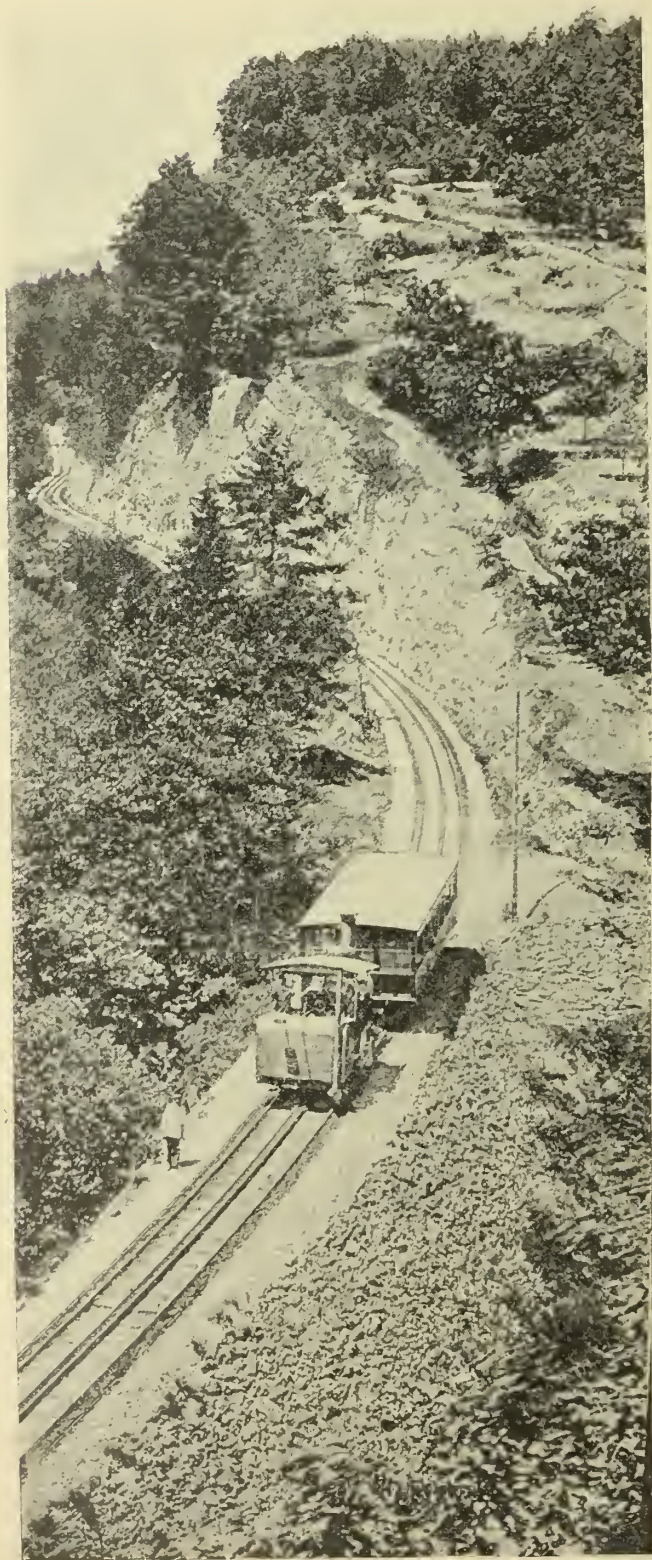
Hertenstein sul Monte Pilato.

LE FERROVIE ALPINE

Le prime macchine di montagna — La pendenza delle diverse linee — Ancora Trevethick — La locomotiva Blenkinsop e i fratelli Chapmam — Da Papin a Medhurst — Il sistema Fell — La prima ferrovia a dentiera — La cremalliera sul Righi e sul Pilato — L' ultima cremalliera — La funicolare del Vesuvio e quelle della Svizzera — Il sistema Agudio a Superga — Le altre funicolari italiane — La ferrovia di Edoux, ecc.

Poichè non era possibile, nella congiunzione di alcune importanti linee ferroviarie frammezzate da catene di alte montagne, lo schivare in più tratti le forti pendenze, e l'uso delle macchine fisse in quei tratti apportava gravi difficoltà d'esercizio ed incagli, si pensò di superarli con apposite locomotive di eccezionali dimensioni e potenza, che furono poi dette *di montagna*. Così vennero a poco a poco lasciate in disparte, sulle grandi linee, le macchine fisse; così, mentre nei primordî del secolo presso che soli valichi delle Alpi erano le dirupate e pericolose strade mulattiere, cui succedettero le strade carreggiabili, opere per quel tempo veramente grandiose, oggidì le locomotive ascendono trionfanti le pendici dell'immane barriera, traendo lunghi convogli, e ne attraversano entro a gigantesche gallerie la granitica massa.

Qual differenza dei primi tentativi ferroviarî durante i quali era generale credenza che il solo modo pratico di applicare il vapore alla trazione dei treni sulle strade ferrate, per quanto lievemente inclinate fosse quello di trasmet-

tere la forza motrice ad un cavo, e con esso al treno, mediante macchine fisse! Occorse infatti tutta la dialettica di Giorgio Stephenson, perchè i proprietarî e i direttori della linea Manchester-Liverpool s'inducessero a sostituire ad esse le locomotive a semplice aderenza.

Funicolare sul Righi.

La Svizzera, così irta di giogaie scoscese sì che parve un mero sogno nella prima metà del secolo l'idea di percorrere con la locomotiva quel labirinto di valli e di monti, deve senza dubbio alla nuova macchina le ferrovie che legano le sue città e i suoi borghi, ferrovie iniziate nel 1847 con la linea Zurigo-Baden, e moltiplicatesi di decennio in decennio, d'anno in anno.

Benchè, a differenza dell'America — dove si valicarono colle grandi linee le catene dei monti quasi sempre a scoperto — s'incontri nelle ferrovie alpine d'Europa un gran numero di gallerie, son pure in esse frequenti i tratti con pendenze notevoli. La ferrovia spagnuola, che mena al golfo di Biscaglia, ha nei Pirenei la pendenza del 15 per mille per un tratto ininterrotto di oltre 9 chilometri. Quella da Stoccarda ad Ulma supera le Alpi Wirtemberghesi con la pendenza massima del 22 per mille. La ferrovia Sassone-Bavarese, da Neuen-Markt a Marktschorgat, varca i monti Fichtelgebirge rag-

giungendo la pendenza del 25 per mille lungo un tratto di quasi 5 chilometri e mezzo.

Un'eguale pendenza si riscontra nella linea Trieste-Vienna, per oltre 3 chilometri, sul Semmering, fra le Alpi Noriche; e su quella Verona-Monaco, che attraversa le Alpi Retiche, al colle del Brennero, fra Bolzano ed Innsbruck. E non è tutto: la ferrovia centrale Svizzera supera il Giura, fra Sissach e Olten, con la pendenza massima del 26.40 per mille. La ferrovia del Semmering, gloria dell'ingegnere veneziano Carlo Ghega, fu per qualche tempo il modello del genere; essa è ricca di gallerie e di opere in muratura che misurano oltre 610.533 metri cubi, e si svolge su un paesaggio assolutamente incantevole specie sotto l'imponente grandiosità del Myrtengraben, del Rax-Alpe, del Sonnen-wenstein e sulla ridente valle di Mürz.

In Italia, frastagliata qual è dall'Appennino, fu giocoforza dare qua e là notevolissime pendenze alle ferrovie su di esso costrutte. La linea Roma-Napoli, fra Velletri e Valmonte, ad esempio, tocca la pendenza del 20 per mille. Quella da Roma ad Ancona, nel tratto da Terni a Fossato, raggiunge il 22 per mille. La ferrovia Bologna Pistoja tocca, fra Pracchia e Piteccio, il 25.65 per mille. Quella Torino-Genova, che dall'imboccatura settentrionale

La stazione di Staffel sul Righi.

della galleria dei Giovi scende continuamente fino a San Pier d'Arena, ha, da Pontedecimo a Busalla, la media pendenza del 27.91 per mille, e per oltre 2 chilometri raggiunge la massima di 34.96 per mille, la maggiore cioè che sia superata da locomotive a semplice aderenza sulle grandi linee del continente europeo.

Ma, se l'impiego delle locomotive *di montagna* nelle sezioni a forte declivio è vantaggioso sulle grandi linee, dove sia molto attivo il movimento dei viaggiatori e delle merci, perchè stabilisce la continuità su di esse ed esclude la difficoltà d'esercizio delle ferrovie funicolari, tanto più gravi per lunghi treni e pesanti, non sarebbe certo conveniente, sia per l'effetto utile sensibilmente diminuito dal pendio e sia per la grossa spesa dell'acquisto e dell'uso, l'adottarle su brevi tronchi isolati e di secondaria importanza. Per questi si seguitò quindi a servirsi delle macchine fisse a trazione funicolare, o vi si adoperarono speciali locomotive a ingranaggio, frapponendo alle solite del binario una terza rotaia dentata.

Funicolare sul Pilato.

E qui è duopo ritornare qualche passo indietro. Dopo i poco fortunati esperimenti di Trevethick, al principio del secolo, con la sua disgraziata vettura, avendo egli stesso rinunciato a ricerche ulteriori, il gran problema della locomozione a vapore sulle ferrovie rimase abbandonato più anni, e l'abbandono proveniva in gran parte dall'immaginario ostacolo della deficiente aderenza fra il contorno delle ruote e le rotaie.

Fu solo nel 1811 che l'ingegnere Blenkinsop, direttore della ferrovia della miniera di carbon fossile di Middleton, datosi a nuove ricerche e prestando anch'egli fede al supposto ostacolo, ideò e costrusse una locomotiva a cinque ruote, quattro delle quali a contorno liscio e la quinta, posta fra le altre, a contorno dentato. Era questa la ruota motrice. In due cilindri verticali scorrevano gli stantuffi, dai quali sporgevano due gambi rigidi, e questi, mediante un sistema di bielle articolate e d'altre ruote a denti trasmettevano il movimento alla ruota motrice, i denti della quale ingranavano in quelli d'un'apposita rotaia fissata fra le rotaie lisce, e per conseguenza la macchina procedeva sulla ferrovia. Tale disposizione, in causa dei numerosi attriti, apportava una gran perdita di forza; con tutto ciò la nuova locomotiva, posta in azione il 12 aprile 1812 sulla strada ferrata che dalla miniera di Middleton menava alla città di Leeds, con uno sviluppo di circa 5 chilometri e mezzo, vi fun-

zionò regolarmente per vari anni, traendo con la velocità di 5 chilometri all'ora un convoglio di trenta carri carichi di carbon fossile. E fu quella la prima regolare applicazione della locomotiva al servizio del commercio, e il primo esempio della ferrovia a *dentiera*.

In quello stesso anno i fratelli Chapmann immaginarono un altro modo di trazione ch'escludeva gl'ingranaggi di Blenkinsop. Col nuovo sistema, la macchina a vapore, posta su di un carro a quattro ruote lisce, faceva girare un tamburo o cilindro, sul quale si avvolgeva una fune fissata dall'opposto estremo alla sommità d' un palo conficcato nel terreno fra le due rotaie della ferrovia con la testa sporgente di poco dal suolo; e così la macchina, che traeva un convoglio di carri, si avanzava di mano in mano che si avvolgea la fune al tamburo finchè arrivava vicino al palo. Quivi un operaio, staccata dal palo la fune e svoltala dal tamburo, andava a fissarne il capo libero ad un secondo palo e la macchina rientrava in funzione. Analogamente in appresso. Senonchè, trovandosi i pali a limitata distanza fra loro, poichè le resistenze sarebbero aumentate, con la lunghezza della fune, in considerevole proporzione, quel sistema, pur soggetto a gran perdita di forza derivante dagli attriti, era di straordinaria lentezza, e perciò ne fu presto abbandonato l'impiego. È probabile tuttavia che quel sistema abbia suscitato più tardi l'idea delle ferrovie funicolari a macchina fissa.

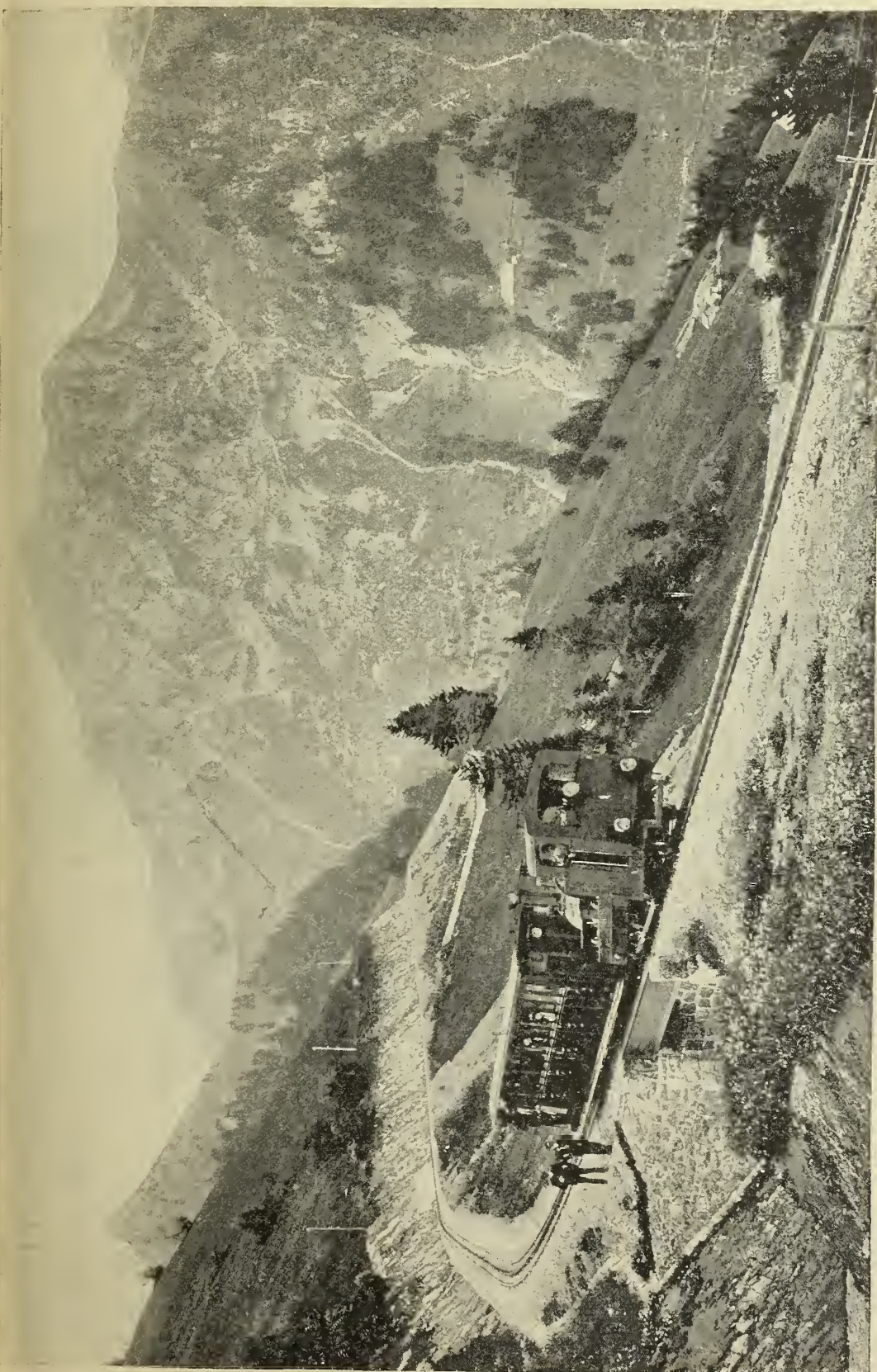
La stazione di Alpnah sul Pilato.

Nei primi studi sul modo migliore di superare le grandi pendenze montane s'immaginò di sostituire al vapore la pressione atmosferica. Nè era nuova l'idea di usar dell'aria come forza motrice. Diogene Papin, due secoli addietro, aveva proposto di far correre i carri entro appositi condotti mediante l'aria compressa. Parecchi altri dopo lui rimisero in campo, verso quel tempo, il suo concetto, ma pare che nulla si facesse allora per attuarlo. Presso alla fine del primo decennio del morente secolo, vi rivolse la mente lo svedese Medhurst, che pubblicò un opuscolo intitolato *Nuovo metodo per la spedizione*

La ferrovia San Salvatore sopra Lugano.

delle lettere e delle merci col mezzo dell'aria. Secondo il progetto in quello esposto, una rigida spranga di ferro doveva esser fissata da un capo ad un carro e dall'altro capo ad uno stantuffo che la pressione dell'aria esterna avrebbe spinto in un tubo posto orizzontalmente sul suolo e nel quale si fosse fatto il vuoto pneumatico. Il tubo, per l'intera sua lunghezza, doveva esser fornito d'una fessura, in cui potesse scorrere la spranga traendo il carro con sè, e la fessura aveva a esser munita d'un apparecchio otturatore che non opponesse troppa resistenza al cammino della spranga e impedisse al tempo stesso l'entrata dell'aria esterna nel tubo. Per allora però a quel disegno non susseguì alcun tentativo di esecuzione. Fu solo verso la metà del secolo che, in seguito a varî più o meno fortunati esperimenti d'attuazione dell'idea del Medhurst, variati in parte o migliorati i suoi precetti, venne inaugurata in Irlanda, fra Kingstown, e Dalkey, per un tratto di circa 3 chilometri, una vera strada di ferro atmosferica.

Una tramvia a scartamento ridotto e ad aria compressa è stata costrutta ed è sempre in esercizio in Berna, nella capitale della Confederazione Svizzera. Tale linea va dalla Fossa dagli Orsi al Camposanto. Un'altra ne fu costrutta in Francia sulla linea Parigi-San Germano, per un tratto di 2 chilometri e mezzo, dal ponte di Montesson in avanti, nel quale breve tratto esisteva una differenza di livello di circa 50 metri. Essa però nel 1859 fu demolita, non essendo la spesa adeguata al profitto.

Altre ferrovie simili vennero costrutte sulle linee Exeter-Plymouth, Croydon-Portsmouth ed altrove; ma nessuna diede molto soddisfacenti risultati, mentre che la costruzione, manutenzione ed esercizio di esse, a paragone delle solite, richiedevano una spesa notevolmente maggiore. Gli è per questo che si rinunziò ad applicarne anche alle rampe di sì forte pendenza che non ba-

La ferrovia dentata del Rocher de Naye.

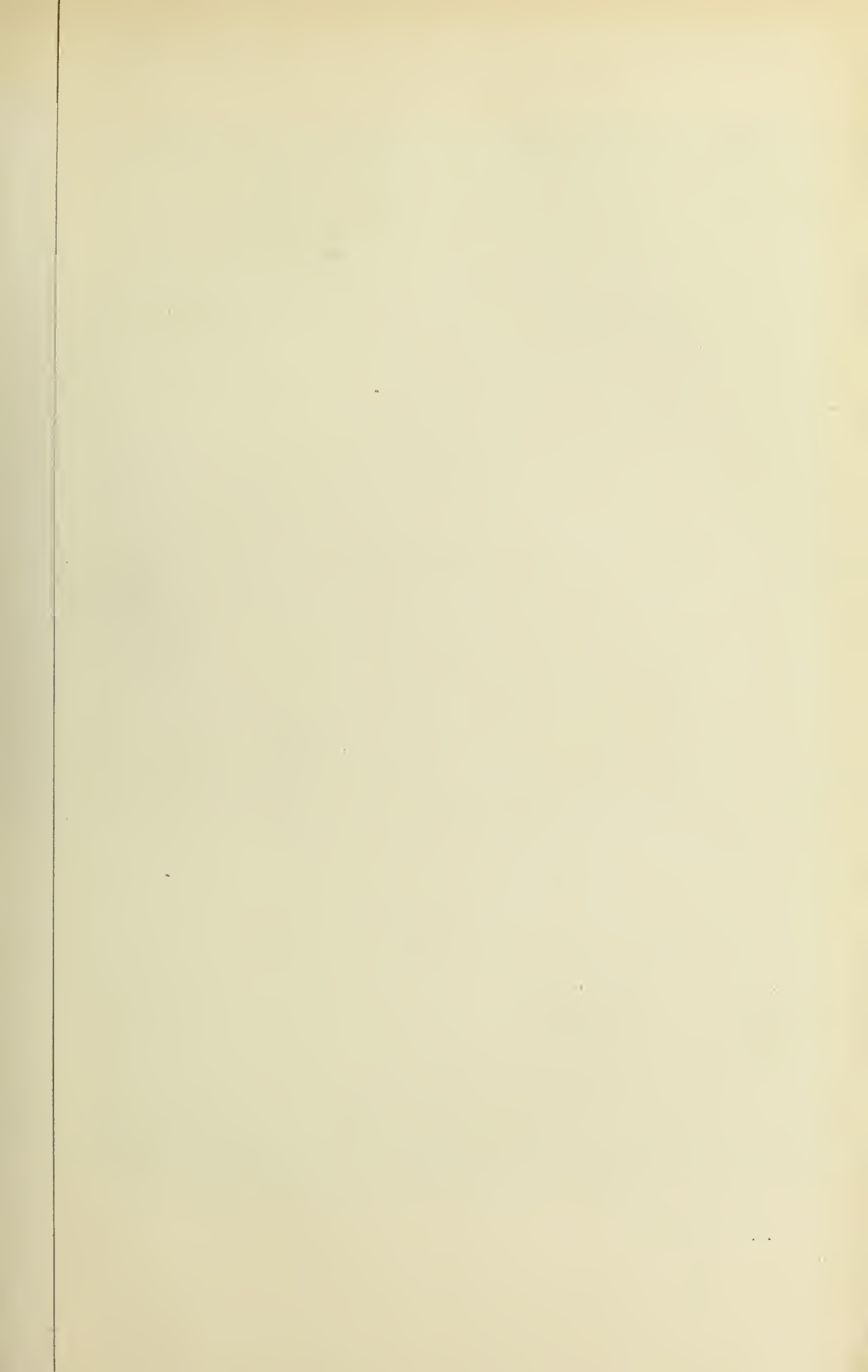
stavano a superare le locomotive *di montagna,* e si studiò invece di modificare convenientemente in quei tratti le strade e le macchine a un tempo.

L'ingegnere Fell, per ottenere una sufficiente aderenza della locomotiva sui tronchi fortemente inclinati, studiò d'interporre una rotaia alle due del binario e di porre inoltre fra le ruote della macchina due cilindri che faces-

La ferrovia dello Zermatt, presso St. Nicolas.

sero girare altre ruote orizzontali, le quali serrassero lateralmente la rotaia centrale. Così mentre procedevano i lavori della gran galleria del Cenisio, iniziati nel 1857, fu costrutta col sistema di Fell la ferrovia provvisoria da San Michele a Susa, lunga 79 chilometri, e venne aperta al pubblico il 15 giugno 1868. La differenza di livello da San Michele al punto più alto sul dosso del Cenisio era di metri 1360, e da quel punto a Susa di m. 1568; in varie sezioni la pendenza toccava l'83 per mille.

Era uno stupefacente spettacolo — secondo Edoardo Whymper — il vedere il treno inerpicarsi sul monte. I globi del fumo si espandevano al di sopra degli alberi, e quelli e il treno sparivano d'improvviso sotto a costruzioni di legno, coperte di ferro, che difendevano dalle nevi la strada, per apparire di nuovo all'altro capo di quella nuova specie di gallerie. E sul declivio verso la città di Susa, dove la strada tutta serpeggiante era nella maggior parte coperta da ripari simili a quelli dell'opposto versante, più non agiva il vapore e si serravano i freni scendendo il treno per la forza di gravità.

Stab. Dr. F. Vallardi

Proprietà artistica

Il ponte sull' East-River, fra New-York e Brooklyn.

(Acquarello di R. Paoletti).

La locomotiva percorreva 11 chilometri all'ora, ma non rimorchiava sulla salita che un carico poco superiore al suo peso. Quella strada fu poi demolita nel 1871, dopo l'apertura della grande galleria.

L'ingegnere americano Marsh modificò il sistema di Fell e, imitando quello di Blenkinsop, sostituì alla terza rotaia liscia una rotaia dentata, nella quale ingranavano altre ruote similmente dentate e facenti parte della locomotiva, potendo così superare le più forti pendenze.

Ferrovia dell' Oberland.

La prima ferrovia a dentiera, non tenendo conto di quella troppo imperfetta costruita, come si è detto, da Blenkinsop verso il principio del secolo, venne fatta negli Stati Uniti, presso Boston, sul monte Washington, il più elevato nella catena delle Montagne Verdi, e inaugurata nel 1867.

L'ingegnere svizzero Riggenbach importò il nuovo sistema in Europa, e, vinte in patria infinite difficoltà oppostegli dalla sfiducia del pubblico, potè finalmente por mano ai lavori della ormai celebre ferrovia a dentiera sul Righi. La strada è arditamente slanciata sui fianchi del monte che domina i laghi di Zug, dei Quattro Cantoni o di Lucerna. Dalla sponda del lago dei Quattro Cantoni sale con la pendenza del 65 per mille sino al villaggio di Vitznau, e continua, seguendo molte curve, con quella del 250 per mille fino all'estremità superiore, con un totale sviluppo di sette chilometri. La locomotiva e il vagone dei viaggiatori sono tutte e due muniti di piccole ruote col contorno a denti, che s'incastrano a quelli della rotaia dentata. Il macchinista, mediante opportuni freni, può moderare nella discesa la velocità che

acquisterebbe vertiginose proporzioni se la macchina fosse abbandonata interamente all'azione del proprio peso. Del resto, esclude ogni pericolo il fatto che il vagone si trova dinanzi alla macchina nella salita e posteriormente nella discesa, e non è punto a quella collegato; sicchè col mezzo dei freni di cui è pur esso munito, può essere fermato di botto se avvenga qualche accidente alla locomotiva che lo spinge in su nel primo caso e lo sostiene nell'altro.

Il Righi sorge isolato, pare che disdegni d'avere dei compagni. La sua vetta è come il centro intorno a cui si svolge un circuito orizzontale di cinquecento chilometri, che abbraccia dal Sentis ad oriente fino all'Attels ad occidente. Non una, ma due ferrovie vi adducono: quella che parte da Arth-Goldau presso il melanconico e tranquillo lago di Zug, e quella che parte da Vitznau, specchiantesi nel lago dei Quattro Cantoni, la prima stazione della linea emozionante Righi-Kaltbad. Il superbo panorama che si gode dalla più eccelsa vetta del Righi aveva sempre attirato i *touristi* d'ogni paese, e poi che la ferrovia tolse ogni disagio all'ascesa, si aumentò straordinariamente il loro numero; sicchè oggi può dirsi il belvedere più frequentato della terra. Così il buon successo tecnico, e finanziario di quella invogliò la Svizzera ad analoghe imprese. E sorse prima l'idea di slanciare un'altra ferrovia sul monte Pilato che, posto di fronte al Righi sull'opposto lato del lago dei Quattro Cantoni, lo supera in altezza di più che 300 metri.

La costruzione della ferrovia del Pilato fu decisa nel 1885, ma la ripidezza del monte e la frequenza dei temporali che vi si scatenano fecero giudicare non abbastanza sicuro il sistema adottato sul Righi, e si studiò lungamente a quale convenisse appigliarsi. Fu alfine accettata la proposta del colonnello Edoardo Lochea, zurigano, di servirsi d'una *cremalliera* dentata sulle due faccie verticali, e di fornire la locomotiva e il vagone di ruote orizzontali, pur esse dentate, che s'incastrassero da un lato e dall'altro della *cremalliera.*

Cominciati i lavori nel 1886, la linea venne compiuta e inaugurata il 4 giugno 1889. Partendo dal villaggio Alpnach, posto all'estremo del braccio sud-ovest del lago e a metri 441 sopra il livello del mare, essa raggiunge la sommità del monte a metri 2075 di altitudine, di guisa che la pendenza media è del 380 per mille, ma tocca a tratti il 480 per mille. Ciascun treno è composto d'una locomotiva e d'un vagone che può contenere 32 viaggiatori. Il tragitto, sia nella salita che nella discesa, si fa in un'ora e venti minuti, e ogni pericolo è ovviato da varie specie di freni.

L'aspetto selvaggio del monte Pilato sovraneggiato dalla cima del Tomlishorn, e l'arditezza delle sue rocce, che s'affacciano come gigantesche formidabili muraglie, comandano l'ammirazione, soggiogano l'anima, fanno sentire la prepotenza della massa. Ma questo sentimento è vinto ben presto dall'orgoglio. L'uomo ha domato quella cima, dapprima arrampicandovisi e sfoggiando la sua forza muscolare; poi con la intelligenza e con lo studio superandone le ertezze mediante la ferrovia: ed oggi sul Pilato salgono tranquillamente, a traverso i boschi prima di faggi e poi di conifere, il debole fanciullo, la signorina delicata, il vecchio cadente. E dall'alto tu domini il lago dei Quattro Cantoni dall'acque azzurre e il Righi-Kulm, suo rivale, coll'elegantissimo albergo. È sfondo a questo gran quadro la scena imponente delle Alpi, che superbamente ti guardano incappucciate e provocatrici.

La funicolare del Vesuvio.

Panorama di Napoli con vista del Vesuvio — Il cratere in eruzione — La carrozza — Un'ascensione.

L'ultima ferrovia a *cremalliera* costruita nel paese di Guglielmo Tell, è quella che dallo Zermatt conduce al Gornergrat. La valle dello Zermatt, di una bellezza fascinatrice, ha attirato in tutt'i tempi i più appassionati *touristes* che, fino a qualche anno fa, facevano la loro prima tappa a Saint-Nicolas per proseguire poi fino a Zermatt. E qui il meraviglioso spettacolo che si offriva loro li compensava di ogni fatica durata: alla loro destra si profilava il famoso Cervino, un'immensa piramide il cui vertice raggiunge i 4482 metri; alla sinistra, tutto il mirabile gruppo del Monte Rosa, rivale del Monte Bianco. Dal 1891 in poi, una ferrovia a sistema misto, percorrendo 35 chilometri mena diritto a Zermatt, a 1607 m.; e dal luglio 1898 la suaccennata ferrovia a *cremalliera* si arrampica come dicevamo fino al Gornergrat, per altri 1600 metri di altezza, raggiungendo in pochi minuti la cima, (3136 m.) per attinger la quale occorreva prima una giornata di abbondanti sudori, e d'onde la vista spazia sul Rosa e sulle più alte cime della Svizzera (1). Il tracciato della nuovissima linea è di 9 Km. e comporta una differenza di livello di 1600 m. con pendenza del 20 per 100 in parecchi punti. La ferrovia è a trazione elettrica, e l'elettricità è sviluppata mercè la forza idraulica, alimentata dal Findelenbach. La locomotiva ivi impiegata è di un tipo nuovo e assai notevole. Il peso è di 8 tonnellate; ha due motori indipendenti che sviluppano ciascuno una forza di 90 cavalli con 800 giri al minuto. Ciascun motore mette in azione due ruote dentate che s'ingranano nei denti della *cremalliera* Abt situata in mezzo al binario. La velocità del treno è di sette km. all'ora. Ciascun treno si compone di una locomotiva, una vettura chiusa di 1.ª classe, che può contenere 60 persone, una vettura aperta di 2.ª classe che può contenere 50 persone. Questa linea perviene alla maggiore altezza, in Europa, arrivando quelle del monte Generoso a 1639, del Righi a 1750, dei Glion-Moye a 1972, del Wengernalp a 2064, dello Schynige-Platte a 2070, del Pilato a 2133 e del Rothorn di Brienz a 2352 metri.

Funicolare del Marren, il gran viadotto in pietra.

Molte altre ferrovie del genere furono costruite nella Svizzera stessa e

(1) Il gruppo del Monte Rosa ha le più elevate cime, dopo il Monte Bianco. Infatti, il Dufourspitze ha 4638 m., il Dôme 4554, il Silbebast 4538, mentre nel Monte Rosa il Nordlend ha 4612 m., lo Zumsteinspitze 4573 e il Signalkuppe 4559. La famosa Jungfrau, che a torto si ritiene per la più alta cima, non misura che 4167 m.

Funicolare del Giessbach.

negli altri Stati d'Europa, e in America. L'Italia ne conta oltre una ventina. Ma nessuna presenta la massima pendenza della ferrovia del Pilato. Fra le più declivi quelle di Monte Salève in Francia e di Schafberg in Austria hanno la pendenza massima del 255 per mille, quella di Pettersburg in Prussia del 280, e quelle delle Montagne Verdi negli Stati Uniti e di Cordovado nel Brasile del 300 per mille.

Finchè si tratti di elevarsi dal piede al sommo d'una montagna, come con le ferrovie del Righi e del Pilato, la ferrovia a dentiera deve naturalmente abbracciare l'intero tragitto; ma in certi casi, come quando si abbia, per esempio, a valicare una gola, può giovare l'impiego combinato della ferrovia a dentiera e di quella ordinaria, avvicendando i due sistemi a seconda della maggiore o minore inclinazione delle singole sezioni della strada. Così furono costruite varie ferrovie della Svizzera: sul Rothorn, sul Brunig, sull'Oberland, sul Gridenwald, sul Rocher de Naye, la più importante delle quali è quella di Heiden, che si raccorda a Rorschach colla linea scorrente lungo il lago di Costanza, e dopo un tratto leggermente in pendio, a sole rotaie lisce, si eleva sensibilmente in una sezione a dentiera fino a Heiden, cittadina ben nota ai turisti, con una lunghezza totale di 5 chilometri e mezzo da Rorschach ad Heiden e la media pendenza del 90 per mille; così il tronco fra Langres-Marne e Langres-Ville in Francia, e la ferrovia costrutta dagli Inglesi lungo la gola di Bolan, per passare dall'India nell'Afghanistan, ed altre. Funziona sulle accennate linee una locomotiva di tipo misto, inventata dall'ingegnere Riggenbach,

con tre assi accoppiati e il centrale munito d'una ruota dentata, che agisce soltanto nei tratti a dentiera.

Per superare pendenze anche più forti di quelle delle ferrovie ad ingranaggio, fu sovente preferito il sistema delle ferrovie funicolari, nelle quali una macchina a vapore fissa trasmette la forza motrice ad una catena, o fune continua, e con essa ai veicoli che le sono legati. Questo modo di trazione ebbe un grande sviluppo in America, dove trovasi qualche linea a cavo di eccezionale lunghezza, come quella di San Francisco, che misura circa 32 chilometri.

Una fra le più note ferrovie funicolari d'Europa è quella del Vesuvio, lunga appena 800 metri, ma sì rigida che tocca, in certi punti, la straordinaria pendenza del 62 per cento. Fu opera commendevolissima dell'ingegnere Olivier, e venne aperta al pubblico servizio nel 1880. Sale fino a 70 metri sotto il bordo del cratere. Chi ha fatta l'ascensione del vulcano prima che

Stazione della Petite Scheidegg e la Jungfrau.

fosse attuata l'ardita linea, non ha certo dimenticato la fatica durata per salire l'erta scabrosa e attingere la cima dell'ignivomo gigante.

Sentite Marco Monnier il fecondo novelliere neuchatellese, così innamorato delle cose napoletane: « Ricorderò sempre un mio amico svizzero che abituato alle salite, pietosamente sorrise guardando dalle falde al cono del Vesuvio. « Ed è tutto qui ? » esclamò egli, e si slanciò verso il cratere. Dopo cento passi si arrestò trafelato; poi riprese la sua corsa. Io gli tenevo dietro, len-

tamente. I lapilli rotolavano sotto i suoi piedi come le pietre di una casa che crolli. Fece cento passi ancora e stramazzò quant'era lungo, scorticandosi le mani e i ginocchi. Si rilevò tosto, senza far motto, e riprese la corsa con nuova lena: seconda caduta; nella quale il suo vestito si squärciò tutto, dalla testa alle piante. Allora soltanto egli si arrese, e, preso il braccio di una guida, poi la fune di un'altra, si lasciò spingere alle spalle come un semplice borghese di Parigi. Ma ciò non è tutto: non sono le sole scorie che si oppongono alla salita. Bisogna spesso lottare con le ceneri, ed è mille volte più difficoltoso. È una specie di sabbia fine e rossastra che si potrebbe spandere, senza inconvenienti, in vece della polvere d'oro, sulla pagina appena scritta. Vedendo quel pendio compatto, ci si rassicura e si tenta l'impresa con islancio. Ahimè! Si desidera ben presto che tornino le scorie. Non sono più i sassi che rotolano sotto ai vostri piedi; è la sabbia dura, serrata, nella quale si affonda, ad ogni passo, fino al ginocchio. Ritirate la vostra gamba con uno sforzo e tentate un altro passo: fatica perduta! L'altra gamba è presa e voi non trovate un punto d'appoggio. Cercate di aiutarvi con le mani: utopia! esse s'interrano ugualmente nel cedevole strato, e affondate sino alle spalle. Liberatevi, allora, se lo potete!... »

Ferrovia dei Beetenberg.

Oggidì quelle pene sono risparmiate agli escursionisti, che raggiungono, la cima senza sforzi, nè danno. Sarà forse meno poetico, meno ardimentoso, e meno emozionante, ma certo più comodo e più alla portata di tutti.

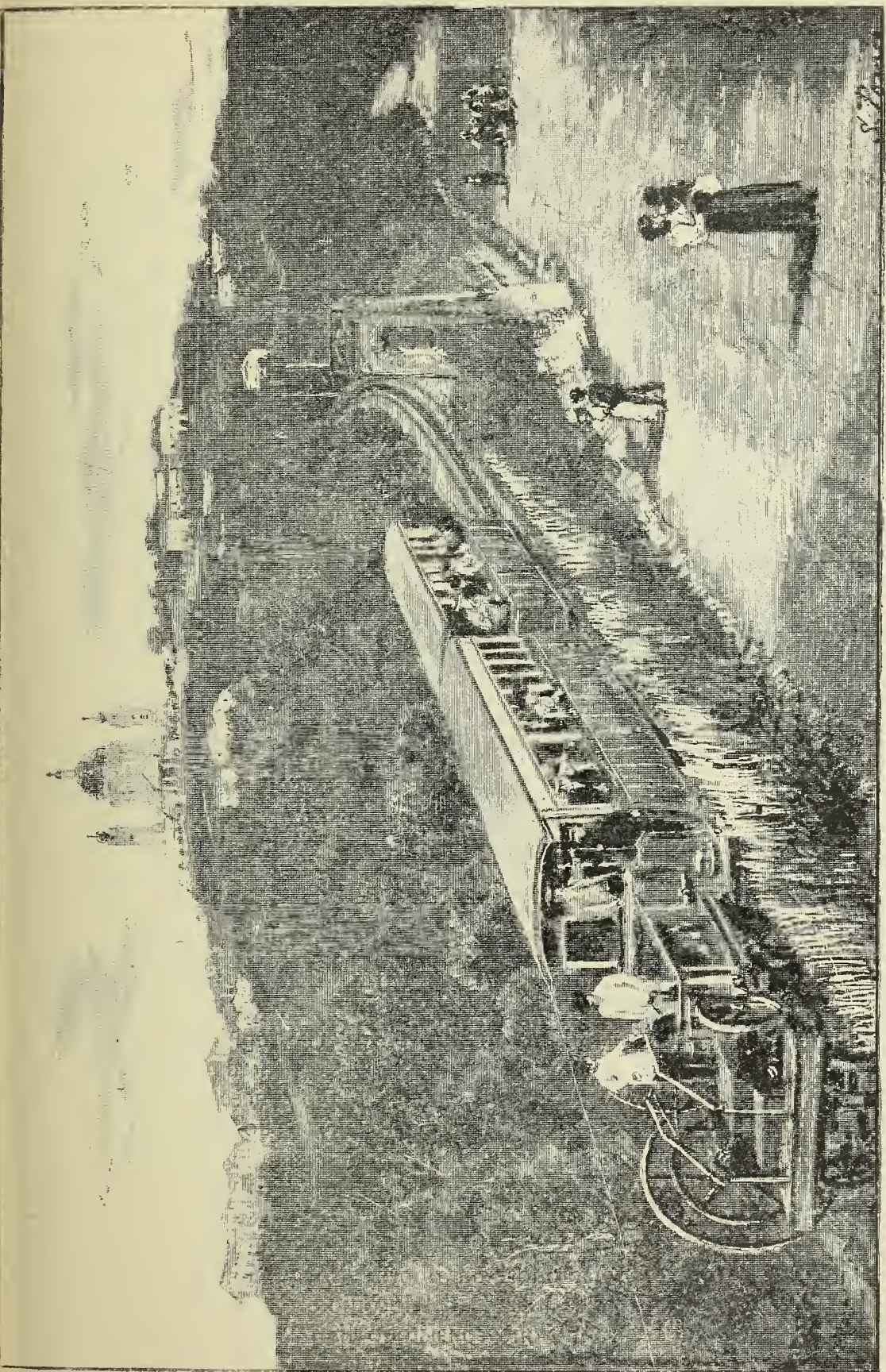
La ferrovia vesuviana, che sale direttamente, è composta di due longarine parallele di legname, su cui posano le rotaie, una delle quali serve al carro ascendente e l'altra a quello in discesa. Ciascuna via è così formata da una sola rotaia, e perciò le vetture hanno solo due ruote di sostegno poste nello stesso piano, come i bicicli, e le mantengono in equilibrio quattro piccole ruote inclinate fisse ai lati del veicolo e scorrenti su guide di legno assicurate ai fianchi delle longarine.

Il meccanismo di trazione per ciascuna via consiste in una fune continua, mossa da una macchina a vapore fissa, alla quale fune è attacata la vettura. La fune si avvolge ad una puleggia motrice, quindi ad una di rinvio munita di due gole o canali; sale traendo seco una vettura, si avvolge in sommità della linea ad una terza puleggia, poi discende coll'altra vettura, passa al basso sulla seconda gola della puleggia di rinvio, e ritorna a quella motrice, dopo essersi avvolta a una ruota che, col mezzo di un contrappeso, la mantiene tesa.

La Svizzera proporzionatamente alla sua estensione, abbonda di ferrovie funicolari, più che ogni altra regione. Nella maggior parte di esse la forza motrice è fornita con semplicissimo sistema, direttamente dall'acqua, come in quelle del Territet-Glion, del Gütsch, del Giessbach, ecc., o dalla elettricità. Col primo sistema sono fissati allo stesso cavo due vagoni disposti in maniera che mentre l'uno sale, l'altro discende, e il discendente, da prima caricato d'una conveniente quantità d'acqua, procedendo per il solo impulso della gravità, trasmette col maggiore suo peso il moto al salente. Quando il primo vagone è arrivato al basso della linea, lo si libera dall'acqua, e il secondo, giunto in pari tempo alla sommità, viene a sua volta caricato d'acqua e ne segue il movimento inverso. Apparisce chiaro il vantaggio di questo sistema, considerando la tenuissima spesa per la provvista della forza motrice, allorchè si abbia a propria disposizione, come nella Svizzera, l'acqua occorrente.

L'accennata funicolare sulla montagna di Glion, sorgente all'estremità orientale del lago di Ginevra al disopra di Territet Montreux è poco meno ripida di quella del Vesuvio, rasentando la pendenza del 57 per cento. Fu anch'essa opera dell'ing. Riggenbach, il quale, nel giorno dell'inaugurazione, per dimostrare l'efficacia dei mezzi adottati contro qualsiasi accidente, percorse d'alto in basso la linea in un vagone punto attaccato al cavo di trazione, usando unicamente dei freni. La via, oltre del cavo è fornita d'una rotaia dentata, ma questa serve soltanto per arrestare, al bisogno, il vagone discendente col mezzo di opportuni freni e ingranaggi che ne fanno parte. I vagoni hanno al disotto una cassa per l'acqua, e la puleggia motrice, posta in cima alla linea e sulla quale si avvolge la fune, è provvista d'un freno, col quale si regola la velocità della discesa.

La ferrovia del Gütsch non ha che la lunghezza di 165 metri, ma tocca la pendenza del 52 per cento. Mena alla vetta di quel colle, donde si spiega il meraviglioso panorama del sottoposto lago dei Quattro Cantoni, e della città di Lucerna, e delle variopinte ville e dei lussureggianti giardini sparsi sulle sponde così ricche di poesia, e dei gravi monti all'ingiro così suggestivi nelle albe ridenti e nei malinconici vesperi d'oro...

Tra le ferrovie funicolari svizzere, sulle quali si usa l'elettricità per trasportare a distanza la forza, si nota la linea del Stanserhorn, lunga 3715 metri ed elevantesi fino alla cima del monte che le dà il nome, con una pendenza media del 39 per cento. Una cascata sul fiume Aar, lontana quattro chilometri, oltre all'energia necessaria per l'illuminazione elettrica dei due alberghi posti sul Stanserhorn e sul Burgenstock, fornisce la forza motrice per l'esercizio della ferrovia inerpicantesi verso due altissime cime e della tramvia fra le due borgate di Stanz e di Stansstad.

Torino — Funicolare di Superga.

Molte altre ferrovie funicolari esistono nella Svizzera — come quella di San Salvatore, di Giornico, di Ragatz, del Murren, ecc. — negli altri paesi d'Europa e in America e altrove, ma non presentano generalmente particolari sistemi di costruzione e di azione. Offre invece alcune specialità degne di menzione quella di Superga, costruita dall'ingegnere Tommaso Agudio. Egli non si servì del cavo come diretto mezzo di trazione dei carri, secondo si usava su tutte le altre funicolari, ma come organo di trasmissione della forza data da motori fissi ad un carro speciale, che fa l'ufficio d'una locomotiva e trae seco il convoglio. Apportate varie importanti modificazioni al suo sistema dopo i primi esperimenti eseguiti in Piemonte, l'Agudio ne presentò un progetto all'Esposi-

Ferrovia del Saleve.

zione di Parigi del 1867 e ottenne il gran premio della medaglia d'oro. Ne fece poi con buon successo la prima applicazione sulla china di Lanslebourg del versante savojardo del Moncenisio, dove tracciò delle curve di 150 metri di raggio e adottò delle pendenze fino del 38 per cento.

Col sistema Agudio, la fune si muove con velocità molto maggiore di quella del convoglio e perciò, essendo sottoposta, in paragone di quelle dell'altre funicolari, a minore sforzo per la produzione del lavoro necessario alla trazione, può avere anche minore grossezza, sicchè scema il suo peso e la resistenza passiva, e la forza motrice è meglio utilizzata prestandosi al trasporto di carichi più gravi. La trasmissione del movimento della fune alle puleggie del locomotore, e conseguentemente agli altri organi di questo, si effettua per semplice aderenza; onde la fune non è soggetta in alcuni casi a sforzi eccezionali e repentini, e, avverandosi un improvviso aumento di resistenza del convoglio, essa scivola sulle pulegge del locomotore e scansa il pericolo della rottura. Gli organi di propulsione consistono in una doppia dentiera lungo l'asse della strada e in due ruote dentate d'acciaio annesse al locomotore, che

Ferrovia del Grindelwald.

s'incastrano in quella e imprimono il moto, trasmesso dalla fune, al locomotore stesso e al convoglio, nella salita, e ne moderano la velocità nella discesa.

Secondo l'esposto sistema, nella ferrovia di Superga una fune motrice e ben tesa passa, tanto all'estremo superiore che all'inferiore della linea, su d'una grande puleggia direttrice, e nella stazione al basso della via, dove si trovano i motori a vapore, si avvolge ad una coppia d'altre grandi pulegge, una delle quali, calettata sull'albero motore, le trasmette la forza. Un braccio della fune continua scorre dal fondo alla cima della strada, su rulli posti a sinistra, del binario, e avvolge nel suo cammino le pulegge laterali del locomotore alle quali tramanda la forza motrice; l'altro braccio scorre in senso inverso, esternamente alla linea, sostenuto da pulegge fissate su pilastri di muratura. Sull'asse della via si sviluppa una dentiera d'acciaio con una fila di denti da ciascun lato, nei quali ingranano delle ruote dentate e dei nottolini, e questi, nell'improbabile caso che si spezzasse la fune, basterebbero a fermare il treno, urtando contro la dentiera. Oltre ai nottolini il locomotore e le vetture sono muniti di freni a ceppo e ad innesto.

La velocità della fune è di 12 metri al secondo; quella del convoglio di m. 2.50. Tale differenza di velocità diminuisce il peso della fune e le resistenze passive. Lo scartamento del binario è, fra gli assi, di m. 1.49.

La linea incomincia alla base del colle di Superga e s'innalza fino a pochi metri al di sotto del piazzale della storica Basilica, che tanti e tanti curiosi attrae riverenti da tutto il mondo civile. Mediante un binario in curva essa si raccorda con la tramvia Torino-Brusasco, e, avendo tutte due un eguale scartamento, si attivò un servizio diretto fra la piazza Castello di Torino e la funicolare. La sua totale lunghezza è di 3130 metri, e per circa la metà

serpeggia in curve di raggio non minore di metri 300. La differenza di livello fra la stazione inferiore e la superiore è di metri 419 e la pendenza massima del 20 per cento.

Le opere d'arte sono relativamente numerose lungo la linea di Superga. Per riparare al franamento dei terreni e alle accidentalità del suolo si dovettero costruire — ad esempio — due gallerie di circa 60 metri, due trincèe da 8 a 10 metri di altezza, vari muri di sostegno e un cavalcavia in ferro, sulla strada ordinaria, con travate gemelle di circa 7 metri di luce. La sede stradale, su tutta la linea compresa fra le due stazioni, ha una larghezza di metri 4.20 che arriva fino a metri 4.50 nelle gallerie, sui viadotti e sui cavalcavia.

Funicolare del Gütsch.

Altre funicolari abbiamo in Italia, ma nessuna assume l'importanza di quella del Vesuvio e di questa di Superga. Ricordiamo per la magnificenza pittorica del panorama quella di Brunate che domina l'industre Como e che forma la delizia dei numerosi villeggianti lombardi; quella genovese detta del Righi, che si eleva sui mille tetti d'ardesia della Superba, e dalla spianata del Castellacciodomina a settentrione la valle del Bisagno fino a Caderiva e a Staglieno, e a mezzogiorno il pittoresco porto e la vasta distesa della marina tirrenica; e quella di Vomero sul brulichio incessante della grande vita napoletana. L'ultima funicolare, presso di noi, congiunge, in questi giorni, Palermo con Monreale, la splendida residenza sovrana, che a ragione è detta la Fiesole della conca d'Oro.

Una curiosità tecnica è la ferrovia di Edoux in Francia. Si trattava di unire con essa la piccola città di Cauterets alle terme solforose a 125 metri più alto, sui Pirenei, dalle quali la separava un'erta molto scoscesa, e si pensò, come avvenne in effetto, di superare quell'erta con una ferrovia pneumatica a gradinata. La strada è dunque costituita da cinque tratti leggermente inclinati e disposti a modo di gradini, ciascuno dei quali ha 25 metri di al-

tezza, e in fronte ad ogni gradino si eleva una torre. Il terrazzo della prima torre risponde al livello del primo gradino adiacente, e le torri successive rispondono, da basso, al gradino che le precede e, da sopra, a quello che sussegue. Gli enormi gradini, che sono del resto altrettanti ponti a travata, posano da un capo sulla torre che ne forma la testata e dall'altro sul roccioso fianco della montagna, e sono rafforzati nel mezzo da pile robuste. Dal piano inferiore della prima torre la vettura è innalzata, mediante un ascensore idraulico, al sovrapposto terrazzo; scorsa di lì fino alla seconda torre, è di nuovo innalzata sul relativo terrazzo, e così di seguito.

Le principali grandi linee ferroviarie che valicano le Alpi sono: quella che, partendo da Genova, tocca Alessandria e Torino imbocca a Bardonecchia la galleria del Cenisio, sbuca a Modane e, per Chambery, mette al lago di Costanza, a Besanzone e a Digione; quella che da Genova a Milano procede per Como e porta nella Svizzera, dove costituisce la ferrovia del Gottardo; quella dell'Adelsberg che lega Trieste a Lubiana e Vienna, e si dirama per Udine e Venezia: quella che va da Venezia a Udine e per la Pontebba mette capo con un ramo a Vienna, e coll'altro ad Ala, Trento, Innsbruck, Kufstein, procedendo per Monaco e Berlino; e quella che, partendo dalla ferrovia badese della Selva Nera, conduce successivamente a Sciaffusa, Baden e Neuchâtel.

Ferrovia di Schynge Platte.

Tra le vie ferrate alpine, oltre quella del Semmering, opera di eccezionale importanza per l'epoca in cui fu compiuta, meritano di essere particolarmente ricordate la ferrovia del Brennero e la suaccennata ferrovia della Selva Nera.

Le difficoltà da superare sul Colle del Brennero erano assai maggiori di quelle superate dal Ghega nel Semmering, e l'ing. Carlo von Etzel, che vi

Funicolare del P. unig.

si era dato a tutt'uomo, vi rimise la salute. S'incominciò col domare il rapidissimo torrente Sill, nell'angusta valle nordica del colle, deviandone il corso e servendosi del suo letto per la costruzione della linea; per pervenire all'apertura delle famose gallerie elicoidali, che furono le prime del genere. Quella presso Jodock, è nel punto in cui si dipartono le valli di Schimirn e Vals: l'altra trovasi al sud dello spartiacqua fra le stazioni Gossensass e Schelleberg. Ben ventidue gallerie notansi nella ferrovia del Brennero (la più lunga di esse misura 867.4 metri) e tutte sono più o meno interessanti rispetto al tempo della loro costruzione — che è compreso fra gli anni '64 e '67. I dati che qui riportiamo daranno per il resto un'idea dell'importanza tecnica di questa ferrovia. Essa, che ha una lunghezza di 125.2 km. ha 289 curve di 60.6 km. in maniera che le tratte rettilinee formano poco più della metà della lunghezza complessiva della linea. Fra le curve, ve ne sono 15 km. e mezzo di raggio piccolissimo (285 m.). Nè l'andamento altimetrico è meno notevole di quello planimetrico. Si hanno complessivamente appena 11 km. e mezzo di linea orizzontale: il resto è formato di salite e discese, con 28.2 km. di rampe di cui le più erte raggiungono il 25 per 100. Il tronco fra Innsbruck e Patsch è una sola rampa di 7875 m., la massima discesa si riscontra tra Franzensfeste e Brixen per 6676 metri.

La linea del Brennero, partendo da Innsbruck, si allunga come un serpe per la pittoresca valle del Sill, conquistando i punti più elevati e sprofondandosi nelle numerose gallerie. Raggiunto il punto culminante, che è presso alla stazione di Brenner, si precipita senza interruzione fino a Bolzano, attraverso la valle dell'Eisack, non meno veloce e pittoresco del Sill, dominata dalle sfolgoranti Alpi di Stubai. La natura in questa valle ha tutt'i fascini, e il viaggiatore ne è irresistibilmente conquiso sia se guarda i rosseg-

gianti pinnacoli delle dolomiti che si estollono come magiche visioni, sia se spinge lo sguardo « verso le ombre oscure del « Kuntersweg » ascoltando il melodioso mormorio dei torrentelli, mentre l'orizzonte sfuma in un mare di luce e di vapori ». A un tratto, la muraglia rocciosa scomparisce d'incanto, e per l'aperto sipario si presenta una nuova meravigliosa scena: quella che accompagna, in un verde intenso di campagne, il maestoso corso dell'Adige...

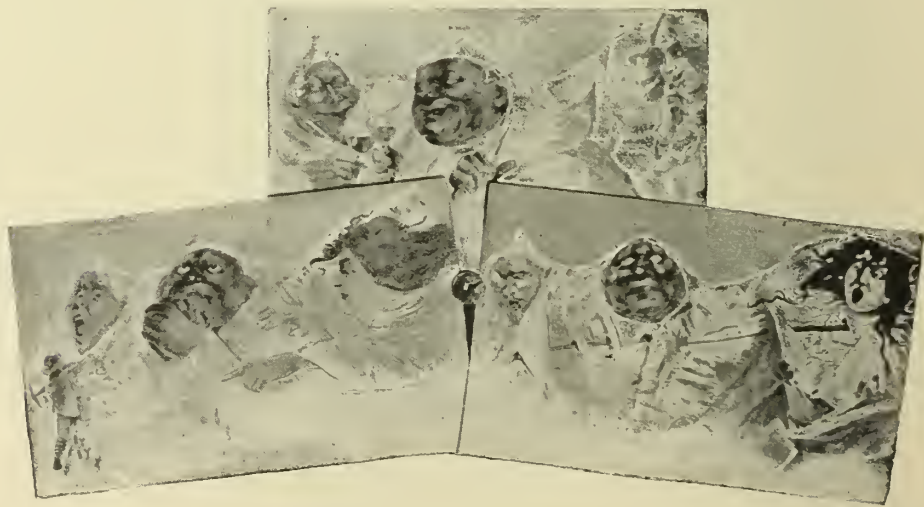
Ed ora un rapido cenno intorno alla ferrovia della Selva Nera memorabile non foss'altro per il paesaggio. Questa ferrovia, inaugurata nel 1873, partendo da Hansach, scorre lungo il Gutach e sale decisa verso il Sommerau. La differenza di livello fra quella e questa stazione, che trovasi sullo spartiacqua fra il versante del Reno e del Danubio, è di 591 metri. Si superò tale altezza allungando, con un ripiegamento, la linea sopra sè stessa, nelle valli di Niederwasser e Gremmelsbach; in maniera che la distanza fra Hansach e Sommerau, che percorrendo la strada carrozzabile è di 26, diventò lunga ben 35 chilometri. Fino alla stazione di Gutach (282 metri) la linea scorre con una pendenza limitata: attraversato colà il breve corso del fiume, guadagna il pendio del monte con una salita di 1.50 o con curve dai 450 ai 900 metri di raggio. Dopo la stazione di Hornberg la differenza di livello, in un tratto relativamente breve, è di 448 metri, a cagione della rapida discesa della montagna fra la detta stazione e quella di Sommerau. Da Hornberg la linea va quasi direttamente al così detto Glastrager, dove ricominciano le curve, col raggio medio di 300 metri, spingendosi fino a Triberg che è a 618 metri sul livello del mare. A Triberg è notevole la galleria elicoidale che descrive una controcurva di 300 metri di raggio, e che inizia una risvolta di circa 6 chilometri, girante intorno alla selva di Seelen. La linea finisce un centinaio di metri più in alto della galleria di Triberg con un'altra galleria in prossimità della cima dell'interessante Hornberg alle cui falde il binario comincia la sua ascensione. Scorrendo in seguito nella valle del Nussbach, a 735 metri, si volge senz'altro verso Sommerau, che è circa 100 metri più alto.

La funicolare del Righi, a Genova.

Data la brevità di questa linea, il numero delle sue gallerie diventa enorme: esse sono 38, come nella linea del Cenisio. La lunghezza complessiva di tali gallerie è di km. 9,475 sopra una linea di appena 26 chilometri. La galleria più lunga è di m. 1696,6: la più piccola di m. 13.6. La parte

più aspra della linea, cioè il tratto fra Hornberg e S. Georgen, è costata oltre 10 milioni e mezzo di fiorini. Le 38 gallerie costarono, invece 7.2 milioni di fiorini, dei quali 1.6 milioni per la sola galleria del Sommerau, la più lunga di tutte.

Ed ecco, per chiudere il presente capitolo sulle ferrovie alpine, una breve statistica di quelle che raggiungono le maggiori altezze sopra il livello del mare. La ferrovia del Semmering più alta di quella della Selva Nera, raggiunge i 898 metri; il tronco Pistoia-Bologna i 1000 metri; la ferrovia del Gottardo i 1154 metri, e quelle dell'Arlberg, del Cenisio e del Brennero rispettivamente i 1302, 1354 e 1367 metri. Tali altezze sono considerevolmente superate dalle ferrovie montane dell'America, dove quella del Pacifico tocca metri 2521, quella da Vera Cruz a Messico metri 2533, quella da Arequisca a Puno metri 4580 e quella di Oriya metri 4769.

Gli è che gli Americani hanno preferito le frequenti curve e le numerose e forti pendenze alla dispendiosa perforazione delle montagne (di cui un fantasioso artista volle simboleggiare il progresso, animando su alcune cartoline ricordo i granitici massi dell'Eiger, del Mönch e della Jungfrau, dalla schietta gioia di una sovranità assoluta alla infinita pena della schiavitù del piccone conquistatore, come si vede qui in fondo). Ma, se hanno risparmiato nella spesa, le ferrovie loro non presentano però la sicurezza di quelle d'Europa; e ne sia prova la cronaca dei continui immensi disastri. Anche in questo genere, i figli dello *Zio Sam* vollero tenere il *record:* ed è un *record* per il quale nessun'altra stirpe vorrà certo rivaleggiare.

Ponte in pietra sul Po, fatto costruire da Napoleone I. nel 1810.

PONTI E VIADOTTI

La necessità dei ponti ferroviarii — I « trestle-works » — Principali viadotti americani ed europei — L'egemonia del ferro — I ponti sospesi o funicolari — Sul Niagara e a Brooklyn — Il più gran ponte del mondo, la sua inaugurazione, il primo disastro — I ponti tubolari — La catastrofe del ponte sul Tay — Il ponte di Kehl ed altri — I maggiori ponti italiani — Ponti a graticolato e ad arco — I maestosi ponti di Forth e di Hudson — Gli ultimi modelli e le ultime inaugurazioni — Il futuro ponte sulla Manica.

I ponti, creati da un'impellente necessità, nelle costruzioni stradali d'ogni tempo, furono fin da principio i più notevoli sussidiarii delle ferrovie. Noi, infatti, prendendo le mosse di questa sommaria esposizione di opere che alle ferrovie si riferiscono, ne vedemmo costruire uno sulla palude di Chat-Moss e sotto la direzione di Giorgio Stephenson, che ebbe nel figlio Roberto un elettissimo ingegnere di ponti e strade. Data la conformazione della terra, così ricca di montagne e di avvallamenti, di spaventosi burroni e di larghissimi fiumi, non si sarebbe potuto fare a meno di studiare il mezzo per superarli e farli resistere all'immane peso dei treni; e la meccanica fu messa di nuovo a profitto, e con essa efficacemente la statica, sua sorella germana, riportando veri trionfi sulle difficoltà opposte ogni momento dalla ribelle natura.

Nelle grandi linee ferroviarie d'America, preferendo la celerità e l'economia alla solidità e alla durata, si costrusse in legname la maggior parte delle opere d'arte, col proposito di sostituirle in appresso con altre costruzioni in muratura od in ferro. E dal bisogno di dare al maggior numero di esse proporzioni

straordinarie, derivano i tipici sistemi americani dei ponti a travata, a sospensione e ad arcata, e i sistemi risultanti dalla variata combinazione di quelli. Il principio di tali costruzioni consiste nel collegamento di piccole parti disposte in più piani. Le luci fra le pile risultano per conseguenza di poca lunghezza e l'insieme presenta l'aspetto d'una rete. L'opera poi è rafforzata da numerosi ritegni trasversali, sì che con la moltiplicazione dei singoli membri può raggiungere tali dimensioni da rispondere in ogni caso al bisogno.

Se però negli Stati dell'Est succedettero a quasi tutte le antiche le opere in ferro; in quelli occidentali domina tutt'ora il legno, e non è solo impiegato nell'erezione dei ponti e dei viadotti, ma anche, e frequentemente, là dove occorrerebbero alte arginature o terrapieni. Possono ricordarsi a tal proposito, i famosi *Trestle-works* costruiti in quelle pianure, nelle quali era duopo elevare parecchio la strada dal suolo, con una serie di robusti cavalletti reggenti le travate che sopportano la ferrovia: es.: il ponte di Portage, costrutto da Seymour verso la metà del secolo, lungo 260 metri, alto 62 nella parte centrale e a cinque piani (incendiatosi questo ponte nel 1875 fu sostituito dall'attuale che è di ferro); quello sul fiume Dale-Creek, per la ferrovia *Unione del Pacifico,* il quale si eleva a 38 metri sopra il livello dell'acqua; il ponte Cascade, costrutto dal Brown nella ferrovia Erie, con un'arcata a cavaliere di un burrone largo 53 metri e profondo 30. Il vantaggio della spesa relativamente lieve e della rapidità del lavoro trasse più volte, anche fuori dell'America, a costruire per le ferrovie dei ponti provvisorii in legname. Così avvenne in Italia per il passaggio sul Po, presso Pontelagoscuro, della strada ferrata fra Padova e Bologna. Il ponte iniziato il 1.° agosto 1866 fu compiuto il 18 del successivo novembre. Aveva la lunghezza di 374.50 metri, suddivisa in 15 campate, e vi s'impiegarono 3000 metri cubi di legname e 46 tonnellate di ferro. Più tardi lo sostituì quello tubulare in ferro che venne aperto al pubblico esercizio il 16 novembre 1871.

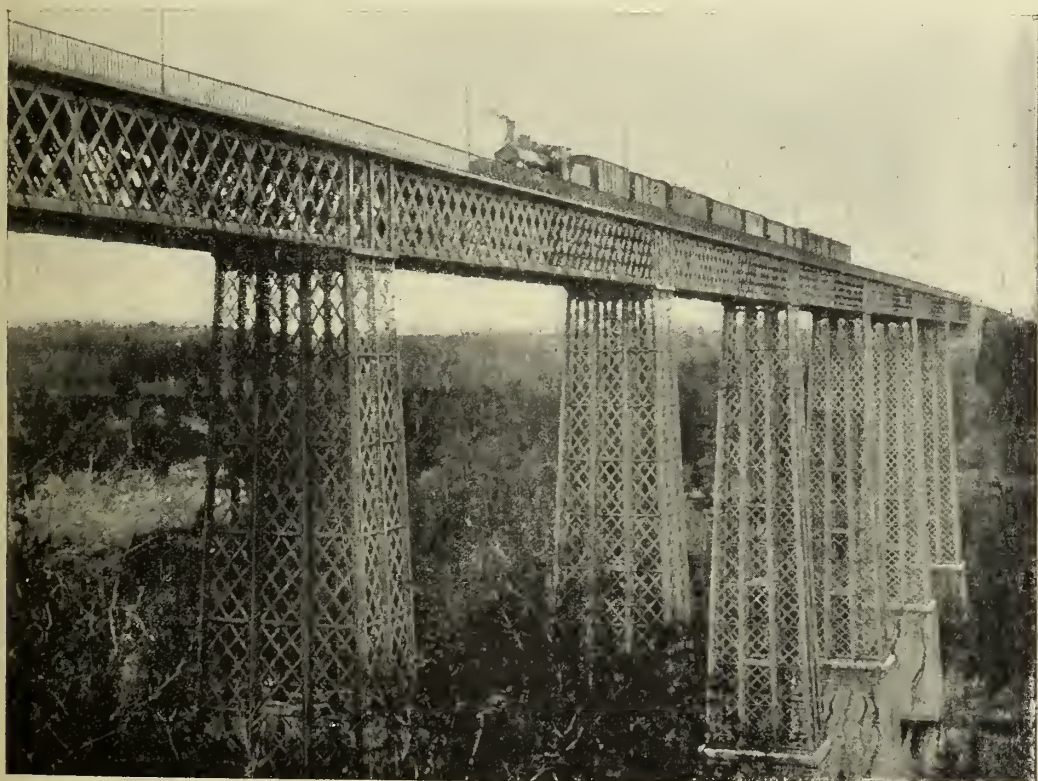
Trestle-work (ponte provvisorio).

Nelle ferrovie i lavori in pietra ed in laterizi, sono generalmente poco frequenti, essendo serviti quei materiali quasi esclusivamente per la costruzione dei piccoli manufatti. Fra i più importanti d'America si ricordano il *Falls-Bridge* sul fiume Shnylkil, presso Filadelfia; il viadotto di Starucca, nella valle di Delaware, con 17 arcate, e quello di Conemaugh sulla *Pensilvania.* In Europa sono degni di un cenno speciale i viadotti in muratura di Chaumont, di Franzdorf, di Goeltz, e alcuni ponti e viadotti d'Italia.

Il viadotto di Chaumont, sulla linea da Parigi a Strasburgo, ad archi circolari impostati su altissime pile, è lungo 600 metri e dal punto più depresso della sottoposta valle misura 50 metri di altezza. Il volume della muratura

è di 60.000 metri cubi; e ciò non ostante il lavoro fu compiuto in meno di un anno. Il viadotto di Franzdorf, in vicinanza di Lubiana, in due ordini di arcate, ha la lunghezza di 570 metri e tocca l'altezza di 38; l'altro di Herschthal, poco discosto dal precedente, è lungo 230 metri ed alto 28. Ma li supera tutti quello della ferrovia *Sassone*, sulla vallata di Goeltz, eguagliando esso in lunghezza il viadotto di Chaumont e raggiungendo l'altezza di 80 metri dal suolo.

In Italia, il viadotto di Desenzano — che riproduciamo con altre nostre opere importanti — formato da 17 grandi archi a sesto acuto, misura 400 metri di lunghezza e il piano stradale trovasi a 30 metri sopra la valle. Quello di Castagno, nella china dell'Appennino, fra Pracchia e Pistoia, a tre ordini di arcate, è lungo 182 metri e si eleva quasi 48 metri sull'alveo del torrente che attraversa. Degli altri due sulla stessa linea, ciascuno a triplo ordine di arcate, quello detto *della Fabbricaccia* è lungo oltre 147 metri ed alto poco meno di 53; e l'altro detto *della Fabbrica* è lungo più di 170 metri ed alto 48.

Fra i ponti ferroviari di muratura costrutti in Italia va ricordato il ponte-

Ponte in ferro presso Fribourg.

viadotto sull'Oglio, nella ferrovia Treviglio-Rovato. Ha sette archi, il centrale dei quali, che attraversa il fiume, ha la corda di 42 metri e la saetta di 11.90. La sua grossezza all'imposta è di metri 2.38 e alla chiave di metri 1.40. Ma più che tutti, non per l'arditezza degli archi, sibbene per la grandiosità dell'insieme, è notevole il ponte di laterizi e pietra viva che congiunge Venezia alla terra ferma e che è il più lungo ponte di muratura che esista. Ne fece il pro-

getto l'ingegnere Tomaso Meduna, progetto che poi venne in parte modificato dall'ingegnere Giovanni Duodo. La prima pietra fu posta il 25 aprile 1841, quando cioè si costruivano in Europa appena le prime ferrovie, e tutto il lavoro fu compiuto in soli quattro anni. Ha la straordinaria lunghezza di metri 3601.43 e 222 arcate, ciascuna di 9 metri e mezzo di luce, suddivise in sei parti eguali che sono frammezzate da quattro piazzette e da una centrale più ampia. Vi s'impiegarono 75 migliaia di pali di larice, per creare nel fondo melmoso della laguna un solido appoggio alle pile, 21 milioni di mattoni e 4200 metri cubi di pietra d'Istria. Le spese ammontarono a cinque milioni circa; somma tutt'altro che impressionante a paragone della gigantesca impresa.

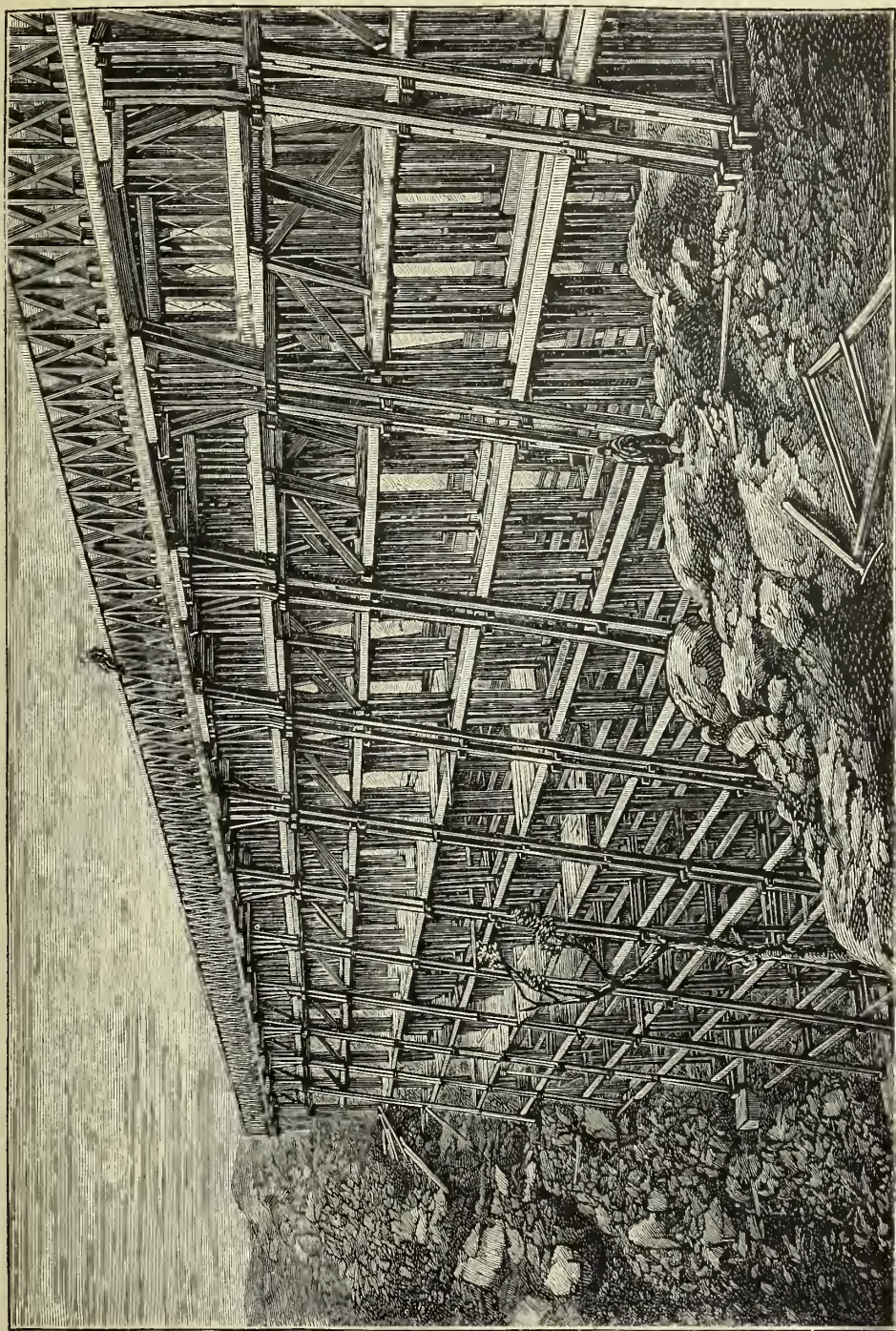
Il materiale più spesso usato per le grandi opere d'arte delle ferrovie di ogni paese fu il ferro, il provvidenziale metallo che si adatta a tutte le forme e a tutti gli usi, dalla piastretta d'una serratura alla corazza delle fortezze natanti, dal semplice chiodo alla torre Eiffel, dai tubi che apportano alle città limpide acque e salute alle terribili canne che vomitano la strage e la distruzione.

Nel giornale *Sthal und Eisen* il professore Mehrtens disse che l'idea d'impiegare principalmente il ferro nella costruzione dei ponti risale al secolo XVI, e che la si deve agl'Italiani. L'idea però non ebbe corpo che nell'antipenultimo decennio del secolo XVIII, in Inghilterra, con la costruzione del ponte di Csalbrook, sulla Severn, che ha una sola arcata in ferro fuso e 30 metri di luce. Verso la fine del secolo stesso e nei primi anni del XIX vennero, successivamente costruiti in Europa vari ponti metallici a somiglianza di quello e parecchi di limitata lunghezza in America, sospesi, con nuova invenzione, a catene. Quelle prime prove furono a ragione assai commentate, ma scemarono ben presto d'importanza alle colossali opere metalliche occasionate più tardi dalle ferrovie.

La prima rilevante applicazione del sistema americano dei ponti a catene fu effettuata nel 1820, in Inghilterra con la costruzione del ponte di Berwick ideata e diretta da Samuele Brown, sul fiume Tweed, della lunghezza per quel tempo considerevole di 110 metri. Ne seguì una rivoluzione nell'arte degl'ingegneri, e in pochi anni furono gettati i ponti sospesi sullo stretto di Menai, quello sul fiume Serine, presso Fribourg, e molti altri di minore apertura. Non bisogna dimenticare, accennando ai ponti a catene, il grandissimo e maestoso ponte che è sul Dnieper, presso Kieff, in Russia, poggiato su cinque immensi piloni di pietra viva. Per la lunghezza complessiva tenne per gran tempo uno dei primissimi posti.

Intanto, riconosciuta la grande resistenza dei fili di ferro, si formarono delle funi con molti di quei fili, e si trovarono molto più solide, a peso eguale, delle catene; cosa che fece dar loro la preferenza nelle nuove imprese del genere.

Il ponte di Menai, in Inghilterra (Galles) a circa due chilometri, verso settentrione, dal ponte tubulare *Britannia* — del quale si dirà in seguito — fu costrutto dall'ingegnere Telford. Comprende due parti estreme in muratura, l'una formata di tre grandi arcate circolari e l'altra di quattro, tutte impostate su robuste pile a scarpa, e un interposta travata di metri 177 di luce, alta metri 31 da sopra il livello del mare, per il libero passaggio delle navi. La travata è sorretta, mediante sostegni metallici, da quattro cavi, ciascuno dei

quali è composto di altrettante catene di ferro fucinato, disposte in piano verticale, e i cavi posano sulla sommità di grossi piloni formanti le testate interne

Viadotto in legno sulla linea Unione del Pacifico.

delle parti in muratura ed elevantisi oltre 17 metri sul piano stradale, e si protendono al di là dei capi del ponte fin dove sono solidamente attaccati a grossi massi di muratura e alla roccia.

Il ponte di Fribourg, opera dell'ing. Ghaley (1834) sulla ridente vallata svizzera per cui scorre il fiume Serine, è formato da una travata di metri 249

di luce libera, situato a 51 metri sopra il pelo dell'acqua, e collegato da tiranti a due funi composta ognuna di 1056 fili di ferro. Le funi sono sostenute ai capi del ponte da due edifizi d'ordine dorico con ingresso arcuato largo quasi 6 metri ed alto 13 fino alla chiave, e si prolungano al di fuori fino a quattro pozzi scavati nella roccia e profondi 14 metri, entro ai quali restano ancorate. Fu aperto al commercio il 23 agosto nel 1834. Il peso che può sopportare è di 732 tonnellate. Per provarne la resistenza, vi si fecero passare 15 pezzi di artiglieria trascinati da 50 cavalli e guidati da 500 soldati. Andarono, tutti stretti, dapprima nel centro, poi ai lati, producendo un abbassamento di 39 pollici e mezzo, ma non fu osservata la minima oscillazione.

Ponte sull' Elba presso Harbourg.

L'oscillazione è un grande inconveniente dei ponti sospesi, tanto maggiore quanto è più lunga la tratta. E appunto per questo furono poi giudicati poco sicuri per il passaggio dei treni ferroviari. Ciò non ostante, gli Americani li adoperano lo stesso, ovviando in gran parte al difetto col dare al palco a mezzo di opportuni legami, una tal quale stabilità.

Il primo ponte funicolare destinato all'esercizio ferroviario in America fu costruito verso il principio della seconda metà del secolo, sul Niagara, dall'ingegnere tedesco Giovanni Röbling. Era lungo 250 metri e attraversava il poderoso fiume circa 1600 metri a valle delle famose cateratte. Elegante ad un tempo e grandioso, esso spiccava sull'azzurro del cielo a 74 metri sopra il livello dell'acqua composto di due piani, l'inferiore era per le vetture, i cavalli e i pedoni, il superiore per la ferrovia. Due pile relativamente svelte, piantate su ciascuna sponda, sostenevano quattro cavi metallici di 25 centimetri di diametro, ai quali eran sospesi i due palchi, e altre funi di fili di ferro, fissate da un capo alle rocce e dall'altro alle ossature del ponte, rendevano questo abbastanza resistente contro i venti, che soffiano impetuosi in quelle gole, e fermo abbastanza durante il passaggio delle locomotive e dei lunghi treni. I quattro cavi principali eran composti di sette parti di 520 fili ognuna. Complessivamente potevano sopportare un peso di 12.000 tonnellate. Il peso del legno impiegatovi era di 600 tonnellate; quello del ferro di 400. Il passaggio di un treno ordinario causava una depressione di circa 41 piedi. A questo ponte la compagnia *Pensilvania Steel* di Steelton, ha sostituito dal 96 al 97 un'assai più grandiosa opera metallica : un ponte di arcata, di cui ci occuperemo più innanzi.

Intanto, una seconda opera d'arte più importante della prima, veniva costruita sullo stesso immane corso d'acqua e a qualche centinaio di metri dalla cascata, poco prima del 1870: un ponte dedicato ai pedoni ed ai veicoli. Dalla parte degli Stati Uniti le torri di questo ponte sono distanti dalla cascata soltanto qualche centinaia di metri. Esse hanno l'altezza di circa 31 metri e sono fabbricate a coppie, alla distanza di circa 4 metri. La gettata è di 381 metri. Il ponte è sospeso da due funi poste nell'inverno 1867-68 e composte anch'esse di grossi fili d'acciaio attorcigliati. La loro lunghezza fra i punti di sospensione è 391 metri, fra gli ancoraggi di 557: le curve, per i mutamenti di temperatura, di tre pollici. Lo spettacolo che si gode dall'alto di questo, come degli altri ponti sul medesimo fiume, è unico al mondo. I viaggiatori europei ne dicono mirabilia. Il Weber, fra gli altri, descrive un effetto di luna, illuminante l'esterno del quadro grandioso, mentre la luce elettrica illuminava l'interno delle cateratte, con magiche iridescenze... Quanti sogni, quante fantasticherie alla possente voce della cascata; quanti fantasmi luminosi sprigionantisi dalla bianca spuma dell'acqua, mentre i colibris, colà molto numerosi, svolazzano come grossi calabroni attorno al capo dello spettatore inebbriato...

Quelle meravigliose costruzioni dovevano esser vinte poco dopo da un'altra dello stesso sistema, e molto molto più vasta: dal ponte di East-River, sul braccio d'acqua fra Nuova-York e Brooklyn, eseguito secondo il progetto dello stesso ing. Röbling e del suo primogenito Washington. I lavori iniziati il 26 dicembre 1869 non ebbero compimento che il 24 maggio 1883. A Giovanni Röbling, morto di tetano in quel primo anno, poi ch'ebbe un piede schiacciato fra due battelli mentre cercava il punto più opportuno per la fondazione della pila verso Brooklyn, succedette il figliuolo nella direzione dell'opera; ma neppur questi ne vide la fine, dacchè, tre anni dopo la morte del padre, lo spensero in ancor fresca età i disagi patiti nei cassoni ad aria compressa per la costruzione sott'acqua.

Viadotto di Portage (bruciato il 6 maggio '75).

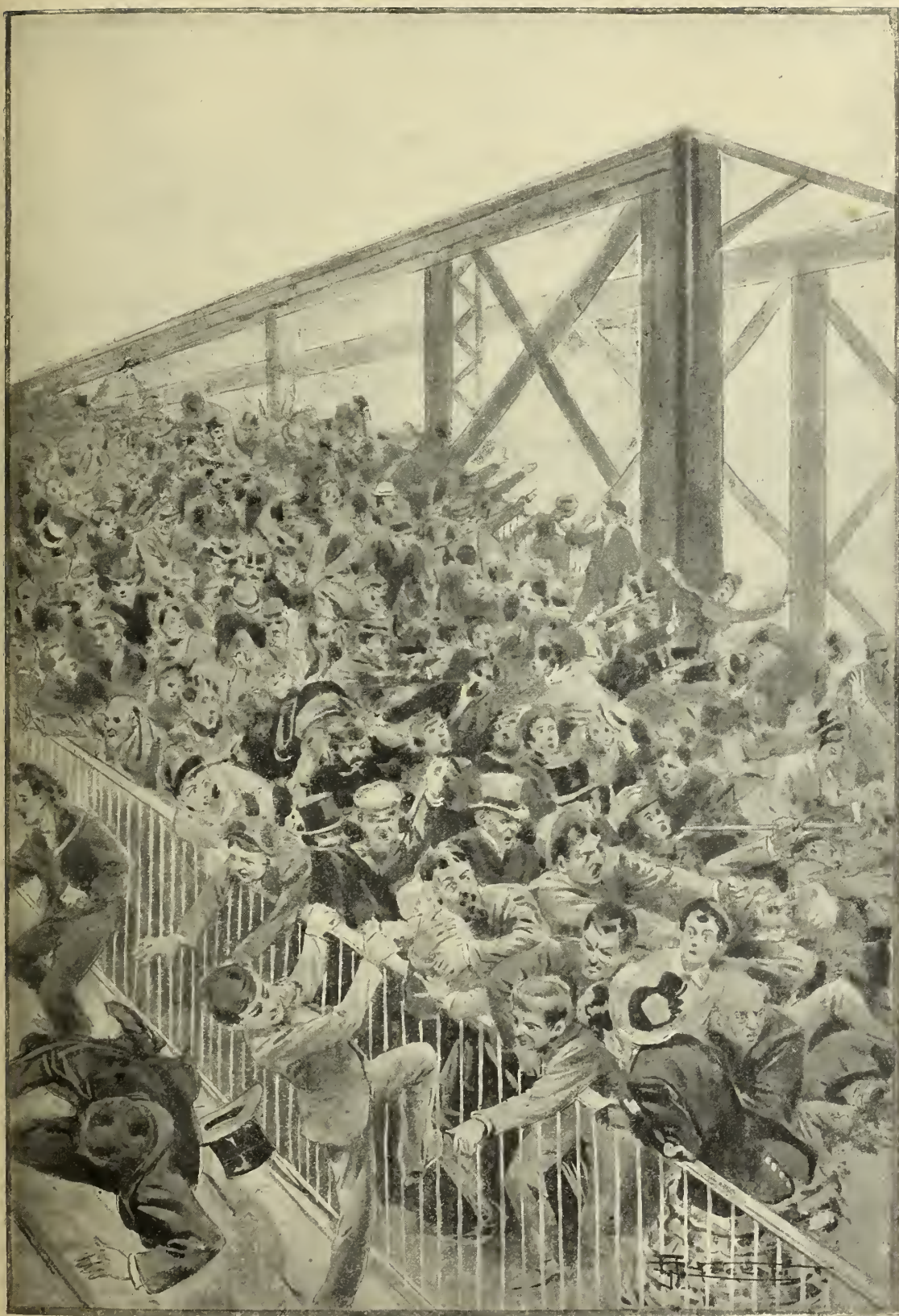
Il ponte è lungo metri 1053 e comprende una campata centrale di me-

tri 486.60 e due laterali di metri 283.30. La campata centrale, che si eleva metri 41 sopra il livello dell'alta marea, posa ai due capi su due grandi pile in forma di torri, e le due laterali sulle sponde e le torri. Tutte e tre sono rette da grosse funi di fili di acciaio temprato e zincato, mediante secondarie funi verticali e diagonali fissate a quelle da un estremo e dall'altro al palco del ponte. Delle due rampe d'accesso, necessitate dalla considerevole altezza del ponte, quella verso Brooklyn è lunga 296 metri e quella verso Nuova-York metri 476: la pendenza è del 32 per mille. Il ponte ha una strada centrale in rialzo per i pedoni, due ferrovie a scartamento ridotto per treni a vapore, e due altre strade per le vetture ordinarie e con tramvie a cavalli. È il più gran ponte funicolare che esista, e chiunque lo ammiri, arrivando per mare a Nuova-York, pensa che sia impossibile oltrepassare quelle proporzioni stupefacenti.

L'idea di varcare con un ponte lo stretto nacque dalla insufficienza dei pur numerosi piroscafi, che servivano unicamente alla traversata dall'una all'altra sponda, in seguito al continuo aumento della popolazione di Brooklyn, e il genio dei Röbling, malgrado l'imposizione di lasciar libero il passaggio anche alle navi più grosse, vinse gloriosamente la prova.

Fino dal 1691 il Papin, in una sua *Memoria*, sostenne la possibilità di eseguire delle costuzioni subacquee servendosi di campane o casse, dalle quali fosse scacciata l'acqua col mezzo dell'aria compressa. Ed è appunto ciò che si effettua da più anni con cassoni di lamiera muniti di tubi per l'entrata dell'aria e per l'uscita dell'acqua. I cassoni convenientemente caricati onde raggiungano il letto dell'acqua vengono immersi nel sito dove si vogliano fondare le pile. Espulsa l'acqua mediante l'aria compressa da potenti macchine a vapore, scendono gli operai nei cassoni e dànno mano allo scavo, e il materiale scavato si trasporta al di fuori con catene a cassette o altrimenti. Contemporaneamente allo scavo procede la costruzione della muratura all'aria libera sulla faccia superiore del cassone, e questo naturalmente scende a poco a poco ognor più; sì che quando ha raggiunto la profondità necessaria non resta che di riempirlo di calcestruzzo e di compire la fabbrica fuori acque.

I due cassoni per le fondazioni delle pile del ponte di Brooklyn erano lunghi 53 metri e larghi 31. Vi lavoravano nell'interno 236 operai, e 360 di sopra per la muratura. Come giunsero al voluto livello, furono riempiti di calcestruzzo e si eressero quindi le due colossali pile in granito. Sono massicce fino al piano del palco del ponte, dove hanno la lunghezza di 46 metri su 16 di larghezza, e ciascuna è superiormente traforata da due arcate a sesto acuto alte sull'asse metri 30.75. La loro altezza sorpassa quella dei più alti campanili di Nuova-York, misurando fuori d'acqua 87 metri.

A sopportare l'enorme peso del palco largo 26 metri e interamente costrutto in metallo, furono giudicati necessari quattro cavi principali, e la loro messa in opera non presentava certo la meno ardua difficoltà della ciclopica impresa. Basti dire che ciascuno di essi, composto di 5282 fili d'acciaio, ha il diametro di 41 centimetri, la lunghezza di 1090 metri e il peso di 353 tonnellate. Si comprende che sarebbe stato impossibile il trasportarli completi e il sollevarli e tenderli da un capo all'altro del ponte. Furono perciò ultimati

La catastrofe del Ponte di Brooklyn.

sul posto, che dovevano definitivamente occupare, con la riunione di 19 cavi minori, ognuno formato di soli 278 fili e quindi atto ad essere con facilità relativa innalzato.

Uno scrittore francese, il Laveleye, che nel 1882 montò sull'alto d'una delle torri, così descrive l'imponente spettacolo durante la costruzione: « D'un lato si estende New-York col suo oceano di tetti, fra i quali sorge qua e colà come uno scoglio un monumento più elevato degli altri. È il palazzo del giornale *New-York Tribune* coi suoi sette piani e il suo piccolo campanile appuntito; più avanti la massa imponente del *Post-Office* con le due cupole sulle quali ſtuttuano le bandiere dell'Unione, poi l'edificio del *New-York Herald;* al di là il campanile in pietra rossa della chiesa della Trinità; più lontano ancora, il palazzo della *Western Union Telegraph Company*, riconoscibile dalla sua cupola sormontata da un'altissima guglia. L'Hudson circonda la città della sua cintura scintillante al sole: poi vengono le alberature dei vascelli ancorati a Jersey-City, e Jersey-City col suo anfiteatro di colline perdute nella bruma. Al basso si estendono i *quais* di New-York, sulla riviera dell'Est, e i loro *piers* circondati di navigli, le cui più alte antenne non sembrano elevarsi oltre le spighe di un campo di grano ». Più innanzi, il Laveleye dà una viva impressione del movimento degli operai occupati nelle loro officine sospese, simili ad altrettante mosche in equilibrio su di un filo di ragno. E continua: « La stretta via pei pedoni, a graticcio, è formata di piccole correnti di legno larghe qualche centimetro, lascianti fra esse uno spazio di due o tre dita, fissi su corde di filo d'acciaio grosse come il pugno di un bambino. Una cordella fa da scala legata ai pali di ferro spaziati varii metri fra loro ». E l'acqua scintillava, a 100 metri sotto le torri, come ora, e in essa si specchiavano, com'ora, i quattro grandissimi cavi, immani tronchi d'alberi, affinantisi sempre più alla vista, fino a sembrare, verso le estremità, altrettante funicelle da cervi volanti...

Ponte sul Missouri, presso Cansas-City.

Per l'inaugurazione avvenuta nel 1883 l'onore della prima traversata fu riservato alla signora Röbling, vedova e nuora degli autori del progetto. Nel

trionfo di quella giornata, rivolgendo a loro il pensiero, ella si sentì scorrere una lagrima di tenerezza e di rimpianto sulle scarne guance; e l'inaugurazione venne funestata da un doloroso accidente. A un tratto, nel più bello della solennità, l'esultante popolazione che gremiva il ponte fu invasa da un terribile panico. Una voce corse come una freccia su quelle 50 mila teste: « Il ponte si rompe! Precipitiamo! » e i 50 mila corpi, come un corpo solo, tentarono le uscite del ponte. Nell'ansia e nella ressa della pazza fuga, venti persone rimasero schiacciate, e 80 ferite. Da quale bocca era partita la freccia avvelenata? Si cominciò a pensare a qualche bello spirito, e si conchiuse coll'assodare che era stato un espediente dei famigerati *pick-pockets* (borsaiuoli) per avere buon giuoco. E data la catastrofe, chi ne uscì alleggerito del portafogli, dell'orologio o di qualche gioiello, potè dichiararsi tre volte fortunato...

Il ponte sul Tay, prima della sua caduta.

Il ponte di Brooklyn costò 20 milioni di dollari, corrispondenti a circa 106 milioni di lire.

A Roberto Stephenson, che acquistò tanta fama col progettare gran numero di ferrovie e col dirigerne poi l'esecuzione, spetta la maggior gloria di di aver immaginato i grandi *ponti tubulari* in lamiera di ferro, e spianata agli altri costruttori la nuova via con la erezione del ponte tubulare di Menai e di quello verso la foce del fiume Conway, mediante i quali fu stabilita la comunicazione ferroviaria fra Chester e Holyhead, e quindi fra l'Inghilterra e l'isola di Anglesey posta di fronte a Dublino.

Il ponte sullo stretto di Menai, che fu detto *Ponte Britannia*, non doveva menomamente impacciare il passaggio a vele spiegate del più grosso bastimento, e fu giocoforza elevarlo a 30 metri sopra il livello dell'alta marea. Costrutte le tre grandi pile in muratura, la centrale delle quali s'imperniava su una roccia esistente nel mezzo di quel braccio di mare, l'ardito costruttore riunì su battelli i pezzi delle singole travate e mise in opera gli enormi tubi col mezzo di potenti torchi mossi dal vapore. Il ponte è lungo metri 460 e si compone di due travate centrali di metri 140 ciascuna, e di due laterali di

metri 70. Messa la prima pietra il 10 aprile 1846, fu percorso per la prima volta dalla locomotiva il 5 maggio 1850. Costò poco meno di sei milioni.

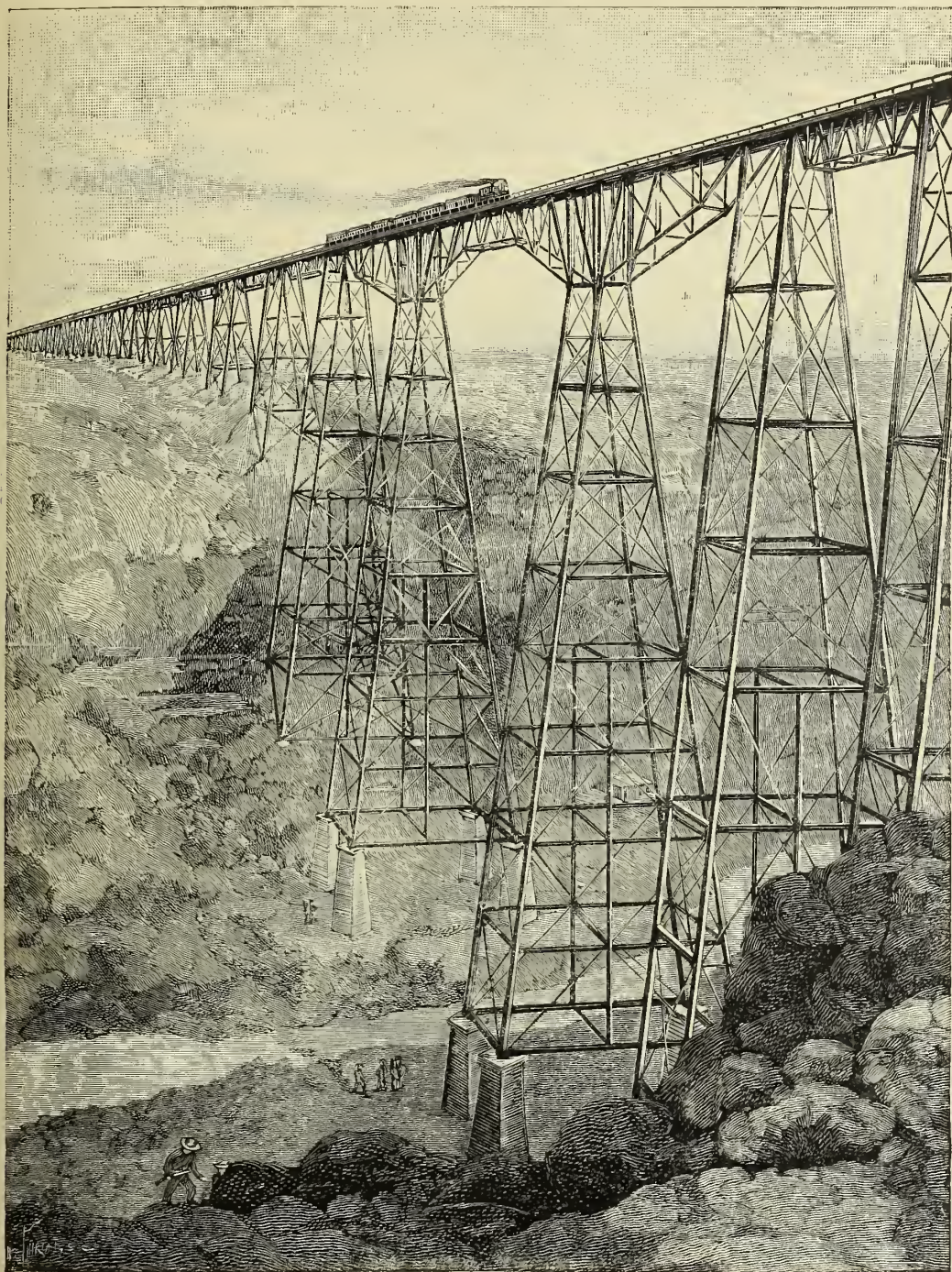
Quello sul fiume Conway è formato da una sola travata lunga metri 122. Iniziato il 12 maggio 1846, fu compiuto il 18 aprile 1848.

Ben maggiori proporzioni del ponte di Menai ha il ponte sul Tay, nella Scozia, sostituito a quello ivi presso costrutto dal 1872 al 1876, e rovinato in gran parte dopo tre anni.

La sera del 28 dicembre verso le ore 7.30, la guardia vigilante alla testata meridionale del ponte segnalò l'imminente arrivo del treno, ch'era in ritardo, alla guardia della testata opposta, che a sua volta si affrettò a tramandare l'avviso a Dundee. Il treno infatti, composto di sei vagoni — uno di prima, uno di seconda e quattro di terza classe — un carro-bagagli e la locomotiva, imboccò il ponte pochi minuti dopo, mentre imperversava un terribile uragano. A un tratto, forse per l'azione simultanea della pressione laterale esercitata dal vento furioso e della pressione verticale del treno in moto che provocava delle vibrazioni contrariate da quello, il ponte crollò per circa un chilometro e travolse nel baratro l'intero convoglio. Vi erano circa trecento viaggiatori, oltre agli impiegati ferroviarii. Nessuno fu salvo!

Ai due estremi del ponte, sul principio, si credette che il treno avesse potuto retrocedere; ma ben presto la certezza dell'immane disastro oscurò tutte le fronti, recò il lutto in tutta la nazione. « Il treno, che, partito alle 11 di quella sera fatale provò tutte le pene del mondo nello giungere sul teatro della catastrofe, vi pervenne al momento in cui la luna cominciava a nascondersi dietro la fitta nuvolaglia — scrisse il Walker, direttore delle Ferrovie North-British, nella sua colorita relazione. — Ciò non ostante, quelli che vi eran su poterono constatare che, per una lunghezza di 1000 metri, tutto era precipitato. Non vi restava neppure un semplice mozzicone delle sbarre di ferro. Era un immenso baratro spalancato, in cui sporgeva per ciascun lato soltanto qualche trave spezzata. Attraverso le tenebre i passeggieri delle *Steamboat* credettero distinguere degli esseri umani sull'una o l'altra delle due sponde; ma non era che un'illusione ottica; il fiume non aveva reso niente, e ciò che s'era scambiato per uomini, erano i capi dei grossi cavi fissati ai pilastri del ponte ».

Un altro interessante documento troviamo nei giornali dell'epoca: il racconto di un testimonio oculare. Egli vide « i lumi della locomotiva, che procedeva lentamente, passare la curva detta di Wormit, poi sorpassare la località del segnale della parte sud, ed arrivare sulla linea retta di quella parte del ponte. Qui parve che il treno progredisse con grande rapidità. Quando raggiunse la parte centrale, ove le travi di collegamento formavano una specie di galleria sopra lo stesso, si vide repentinamente una luce chiara e fiammeggiante. Poi questa riga di fuoco, come un lungo raggio, andò a spegnersi nelle acque sconvolte dall'uragano . . . » .

Il ponte, come si vede dall'annesso disegno, non attraversava il fiume in linea retta, formando alle estremità delle curve di gran raggio. L'errore precipuo della costruzione consisteva nell'esservi troppa sproporzione fra la lunghezza e l'altezza con la larghezza del ponte. E dire che poco tempo prima della catastrofe Edgardo Gilbes, uno dei più stimati intenditori di cose mec-

Il viadotto del fiume Pecos negli Stati Uniti — Strada ferrata del Southern Pacific.

caniche, aveva sostenuto in una riunione di tecnici, a Cleveland, che anche la più forte burrasca *non avrebbe avuto la metà della forza necessaria per atterrare le pile!*

Il ponte attuale è lungo metri 3208, e comprende 86 campate, cinque delle quali ad arcata laterizia e tutte le altre a travata metallica. Esse verso

gli estremi hanno le luci varianti da 50 a 20 metri, e le intermedie da 70 a 75. Si utilizzò un certo numero di travate del primo ponte mediante un pontone composto di due cassoni riuniti e fornito di congegni idraulici, coi quali si potè sollevare le travate, profittando dell'alta marea, e posarle quindi

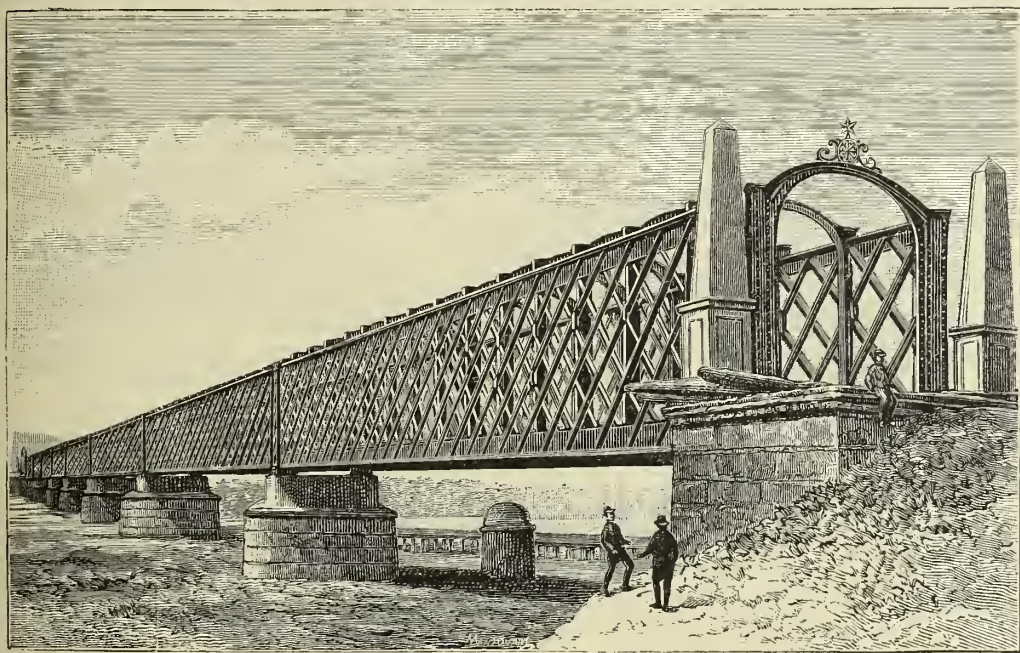
Il ponte ferroviario in muratura presso Desenzano.

sulle nuove pile. Il palco del ponte è interamente in acciaio e contiene due binari, mentre l'antico ne aveva uno soltanto. Ora, essendo la larghezza del palco e delle pile molto maggiore, anche l'opera presenta una maggior solidità, alla quale contribuisce l'impiego quasi esclusivo del ferro nella costruzione delle nuove pile, invece della ghisa di cui erano l'altre formate.

Un altro ponte di straordinarie dimensioni è librato sul San Lorenzo, presso Montreal, al Canadà. La sua lunghezza raggiunge i 3130 metri. Comporta una galleria tubolare formata da 25 tubi in ferro d'una estensione totale di m. 1871, sopportata, a 20 metri circa al disopra del fiume, da due piloni centrali e 24 pile di calcare nero. Ognuna di queste pile presenta uno sperone per fendere la corrente e spezzare i ghiacci, i quali, sul San Lorenzo, raggiungono sovente lo spessore da 3 a 5 piedi inglesi, accumulandosi spesso, al sopravvenire della primavera, per un'altezza di 50 piedi. Questo ponte, in cui si nota una leggiera discesa verso gli estremi, non è tubolare che alla base e ai due capi. È formato da due piattaforme stradali scorrenti l'una sull'altra, e ognuna d'esse ha tre sottopassaggi chiusi a guisa di galleria. Complessivamente ha dunque sei linee. Nella parte mediana del ponte corrono due ferrovie, la superiore ad un binario, l'inferiore a due; mentre nelle parti laterali passano i carri, le bestie e i pedoni.

Dei notevoli lavori metallici eseguiti sulle linee ferroviarie dell'Inghilterra fa parte il viadotto di Krumlin, come quello che fu il primo esempio di applicazione delle pile metalliche a quei manufatti, l'idea delle quali probabilmente

derivò dalle alte pile in legname dei primi viadotti americani. Il viadotto di Krumlin che fa parte della linea da Newport a Hereford, sorge in una gola larga 550 metri e profonda 76. Le pile sono formate da fasci di colonne vuote disposte in vari piani e collegate fra loro da traverse e tiranti di ferro; e ogni fascio ha la fondazione di muratura in granito. La totale lunghezza è divisa in travate di quasi 46 metri di luce.

Molti altri grandi ponti e viadotti metallici a travate piane tubulari trovansi negli altri Stati d'Europa. Fra essi il ponte di Kehl che attraversa il Reno e unisce l'Alsazia al granducato di Baden, opera dell'ingegnere francese Fleur-Saint-Denis. Incominciato nel marzo 1859, fu inaugurato il 6 aprile 1861. Presenta la particolarità di due ponti girevoli di ferro fuso ai due capi, che possono esser mossi da tre o quattro uomini, benchè ciascuno abbia il peso di 350 tonnellate, e così la comunicazione è, al bisogno, agevolmente interrotta. La parte intermedia è costituita da tre travate tubulari, ognuna di metri 56 di luce, insistenti su pile di muratura, sulle due estreme delle quali posano pure le testate dei ponti girevoli quando son chiusi. Le testate del ponte stabile e le sue parti rispondenti sulle due pile centrali sono adorne di torricciuole di stile gotico che dànno all'opera una certa eleganza. Il più arduo

Ponte sul rio Maule.

lavoro fu quello delle fondazioni, essendo il letto del Reno ivi formato da un grosso strato di materie cedevoli. Il sistema delle fondazioni ad aria compressa, immaginato da Papin nel 1691, era stato applicato nel 1840 dall' ingegnere Triger in un terreno d'alluvione della Loira, a Chalonnes, coll'impiego d'una serie di cilindri di lamiera di circa due metri di diametro, ma quel processo richiedeva gran tempo e sulla discontinua superficie mal si adattava la superiore muratura. Perciò il costruttore del ponte di Kehl modificò con saggio

consiglio il sistema usando, primo fra tutti, gli ampii cassoni di lamiera che fece scendere fino a 20 metri sotto il fondo del fiume. Il ponte contiene due binari ferroviari e due passaggi laterali per i pedoni.

Il Reno è attraversato da vari altri ponti di notevoli proporzioni. Uno fra i più degni di nota è quello di Colonia, lungo metri 415. Esso è realmente composto di due ponti tubulari lateralmente a contatto fra loro, l'uno per ferrovia a doppio binario e l'altro per strada ordinaria, della totale larghezza di metri 19.20. Il doppio ponte è a quattro travate eguali, ciascuna di metri 98.40 di luce ed alte metri 16.70 sopra il livello del fiume. Le cosce e le pile sono in muratura, e sulla pila centrale e le cosce si elevano delle torrette di stile medioevale.

Il ponte di Bordeaux, sulla Garonna, lungo più di 500 metri, si compone di 5 travate nella parte centrale, lunghe ciascuna metri 77, e di due altre verso gli estremi ognuna di metri 57, sostenute da pile e cosce in muratura con fondazioni molto profonde per la natura sabbiosa dell'alveo.

Una grandiosa opera è anche il ponte-viadotto di Fordon sulla Vistola compiuto nel 1895 dopo due anni e mezzo di continuato lavoro. È lungo complessivamente metri 1325.50 e comprende una ferrovia ed una strada carreggiabile. È suddiviso in 5 travate metalliche, lunghe 100 metri ciascuna e rispondenti sul fiume, e di 13 altre lunghe 62 metri sulle due sponde.

E quello di Dirschau, pur sulla Vistola, è lungo metri 820.75 e costituito nella parte centrale da sei travate tubulari di metri 128.65 di luce. Ha nell'interno la ferrovia e ricorrenti esternamente d'ambo i lati due palchi per i pedoni.

Fra i ponti delle ferrovie d'Italia vanno ricordati quelli sul Po e quello sul Ticino presso Sesto Calende, tutti a travate tubulari su pile di muratura.

Il ponte di Piacenza, inaugurato il 3 giugno 1865 fu il primo costruito in Italia, e il quarto in Europa, col sistema delle fondazioni ad aria compressa. L'avevano preceduto il ponte di Kehl sul Reno, quello sul Rodano presso Valenza e quello sul Varo in vicinanza di Nizza. È lungo metri 578 e comprende otto travate, di metri 62.10 l'estreme, e di metri 72.53 le intermedie.

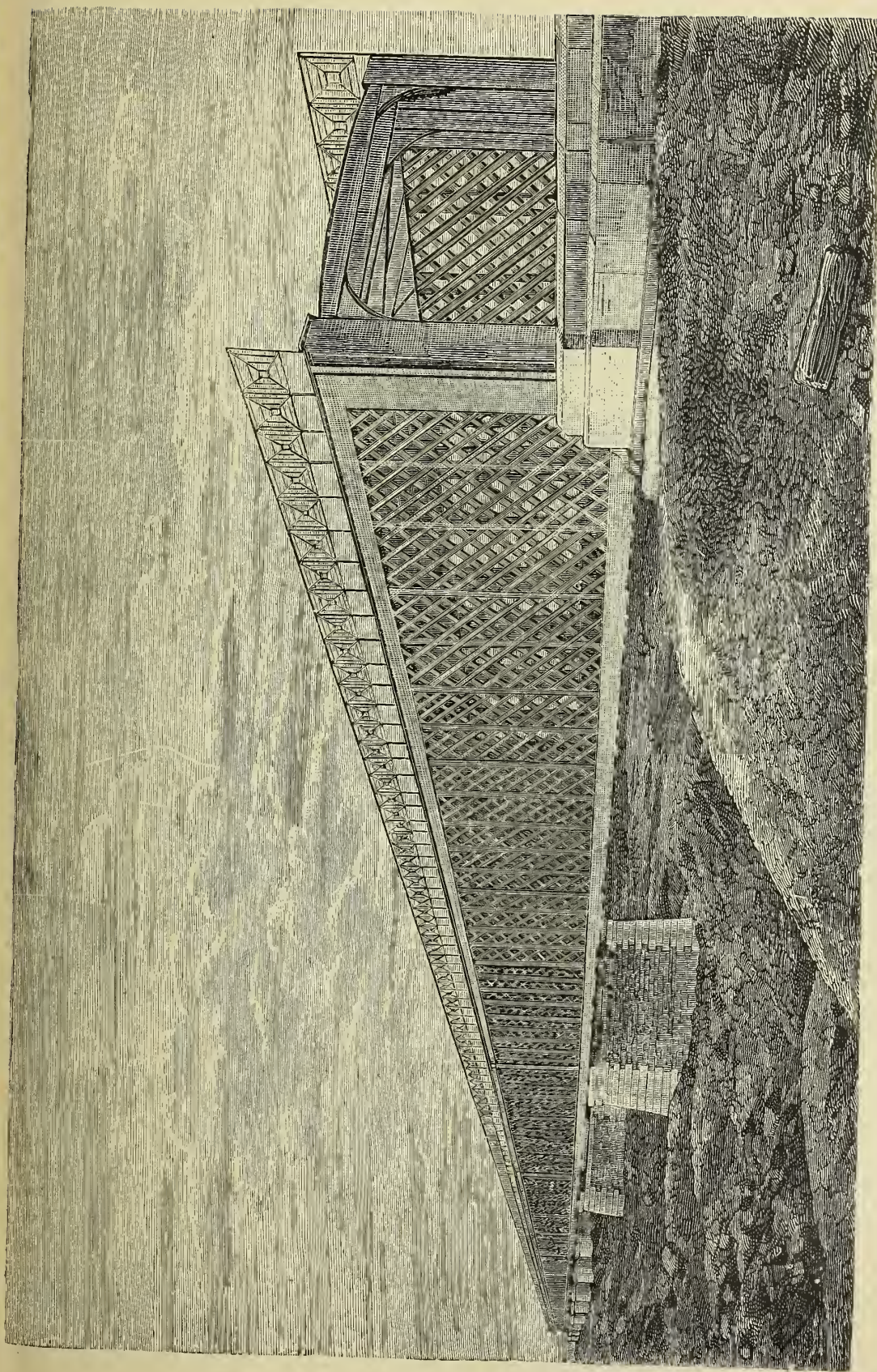
Quello di Mezzanacorti sulla linea Pavia-Voghera fu compiuto nel 1867. Il corso del Po era in quel sito molto tortuoso e si pensò di rettificarlo, raggiungendo così il doppio scopo di facilitare la costruzione del ponte e di guadagnare alla coltura una considerevole zona di terreno. Il ponte infatti fu eseguito in asciutto contemporaneamente agli scavi per il nuovo alveo e ai lavori degli argini, pennelli e simili. La parte metallica è costituita da due travi cave rettangolari parallele, ciascuna formata di due pareti verticali reticolate, lunghe metri 762.50 ed alte metri 8.50, di un palco inferiore a doppio binario per la ferrovia e di un altro superiore per la strada ordinaria. Nove solide pile dividono la totale lunghezza in dieci travate ognuna di metri 72.50 di luce. A dar un'idea dell'importanza dei ponti ferroviari sul Po, si nota che nella costruzione di quello di Mezzanacorti s'impiegarono 5281 tonnellate di ferro e 325 di ghisa, e per le fondazioni, le pile e le spalle bisognarono 27637 metri cubi di muratura fra calcestruzzo, granito e mattoni.

Il ponte di Pontelagoscuro, sostituito a quello primitivo di legname, ha la lunghezza di metri 428.25, ripartita in sei campate, le quattro intermedie

LE FERROVIE ASIATICHE

Stab Dr F Vallardi

Proprietà Artistica

LA GALLERIA DEL CENISIO
L'INCONTRO DEGLI OPERAI DELLE DUE SQUADRE DI PERFORAZIONE.
(*da un acquerello di* Rodolfo Paoletti)

Ponte di Mezzanacorti, sulla linea Pavia-Voghera.

Ponte funicolare sul Po.

delle quali hanno la luce libera di metri 74.25 e l'estreme di metri 59. I lavori furono ultimati il 26 ottobre 1871 e il 16 del mese successivo il ponte fu aperto al pubblico esercizio. Simili ai tre precedenti sono quelli di Borgoforte e di Casalmaggiore pure costruiti sul Po.

Il ponte sul Ticino ha tre travate, le maggiori fra tutti in Italia essendo le due laterali lunghe 83 metri ciascuna e 99 quella interposta. È a due piani, l'inferiore per le linee ferroviarie Novara-Pino e Milano-Arona; il superiore per la strada provinciale del Sempione. La parte tubulare del ponte, che posa su pile e spalle robustissime, è formata da due travi principali a doppia parete e a graticciata, alte 11 metri e rilegate in basso e in alto da traversoni che sostengono il doppio binario della ferrovia e la massicciata della strada carreggiabile. Alle prove di resistenza il ponte fu prima caricato di 16 locomotive e 16 carri pieni di rotaie, di un peso cioè di circa 1500 tonnellate, e le locomotive e i carri lo trascorsero poi replicatamente a gran velocità.

Fra i lavori in metallo eseguiti per le ferrovie italiane sono degni di memoria il viadotto sulla *Gravina di Castellaneta*, nel tronco da Gioia a Taranto, e quello sul vallone Olona, presso Malnate. Il primo ha un'impalcatura di ferro lunga 206 metri ed alta 60 metri da sopra al sottoposto burrone, sostenuta da grosse spalle e da due pile metalliche alte circa 51 metri. Vi furono impiegate 522 tonnellate di ferro e 277 di ghisa. A simile altezza poggia il secondo sulla valle che attraversa, congiungendo le due colline opposte. Misura metri 235 di lunghezza e comprende tre campate. Le pile che lo sorreggono sono pur esse in metallo e di svelto aspetto e leggiero. E tutta l'opera è in effetto d'una relativa eccezionale leggerezza, essendo il peso delle travate di poco superiore a due tonnellate e quello delle pile di 2332 chilogrammi. Ciascuna pila, di un tipo nuovo, è composta di quattro colonnine di 35 centimetri di diametro, collegate da sottili crociere, per le quali colonnine

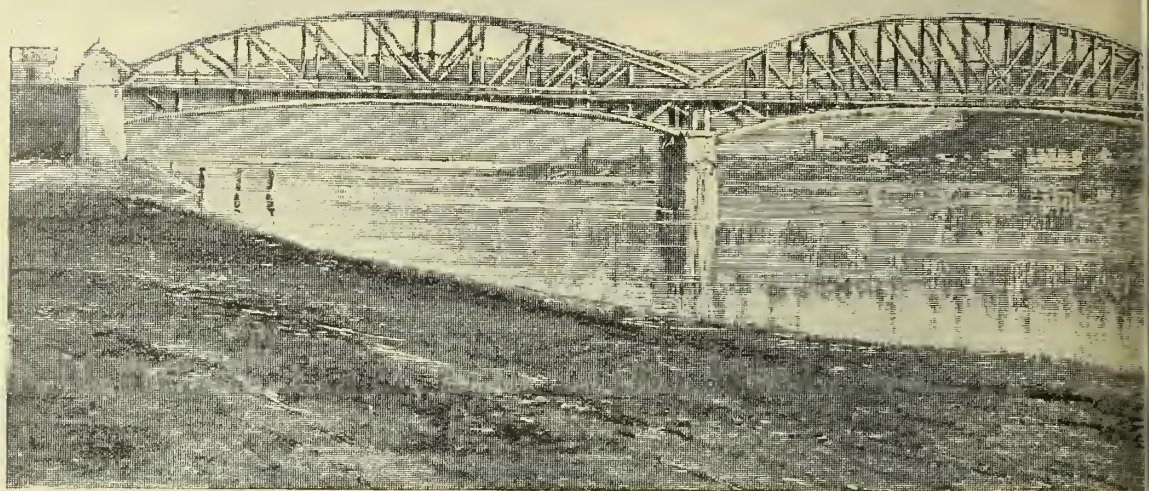
si è sostituito il ferro laminato alla ghisa, considerando che nelle pile metalliche molto alte i massimi sforzi cui vanno soggette provengono dall'impeto del vento più che dal passaggio dei treni, sicchè devono esse meglio resistere agli sforzi di flessione che a quelli di compressione, ed era quindi preferibile il ferro alla ghisa.

Ed altri grandi ponti e viadotti trovansi nelle nostre linee alpine, specialmente in quelle del Cenisio e della Pontebba.

Opera importante è pure il ponte a graticolato costrutto dal 1867 al 1868

Ponte funicolare di Gotteron, a Friburgo.

sull'Ohio, presso Louisville, lungo 1615 metri e suddiviso in 25 travate, una delle quali di 122 metri di luce, un'altra di 112, e di minore portata le altre. E tale è il ponte sul Missouri fra Council Bluffs e Omaca, che congiunge le ferrovie dell'Est colla linea del Pacifico. È molto alto, affinchè non ostacoli la navigazione ivi animatissima, e composto di 11 travate, ciascuna di 76 metri, che posano su due spalle di muratura e su 10 pile tubulari di ferro.

Ammirevoli sono poi i viadotti metallici americani che si elevano, snelli e forti ad un tempo, a considerevoli altezze. Quello di Kentucky, costruito dall'ingegnere Shaler Smith sulla Cincinnati-Southeru-Railway, attraversa una profonda gola colle sponde a picco di roccia calcarea, dove scorre il fiume che nelle massime piene sorpassa perfino di 17 metri l'ordinario livello. Due sole pile alte 53 metri sopportano il palco che è lungo 343 metri e diviso in tre uguali travate. E con tutto che queste misurino 114 metri di lunghezza furono

Il nuovo ponte

La catastrofe del ponte sul

esso Esztergom.

sera del 28 dicembre 1879.

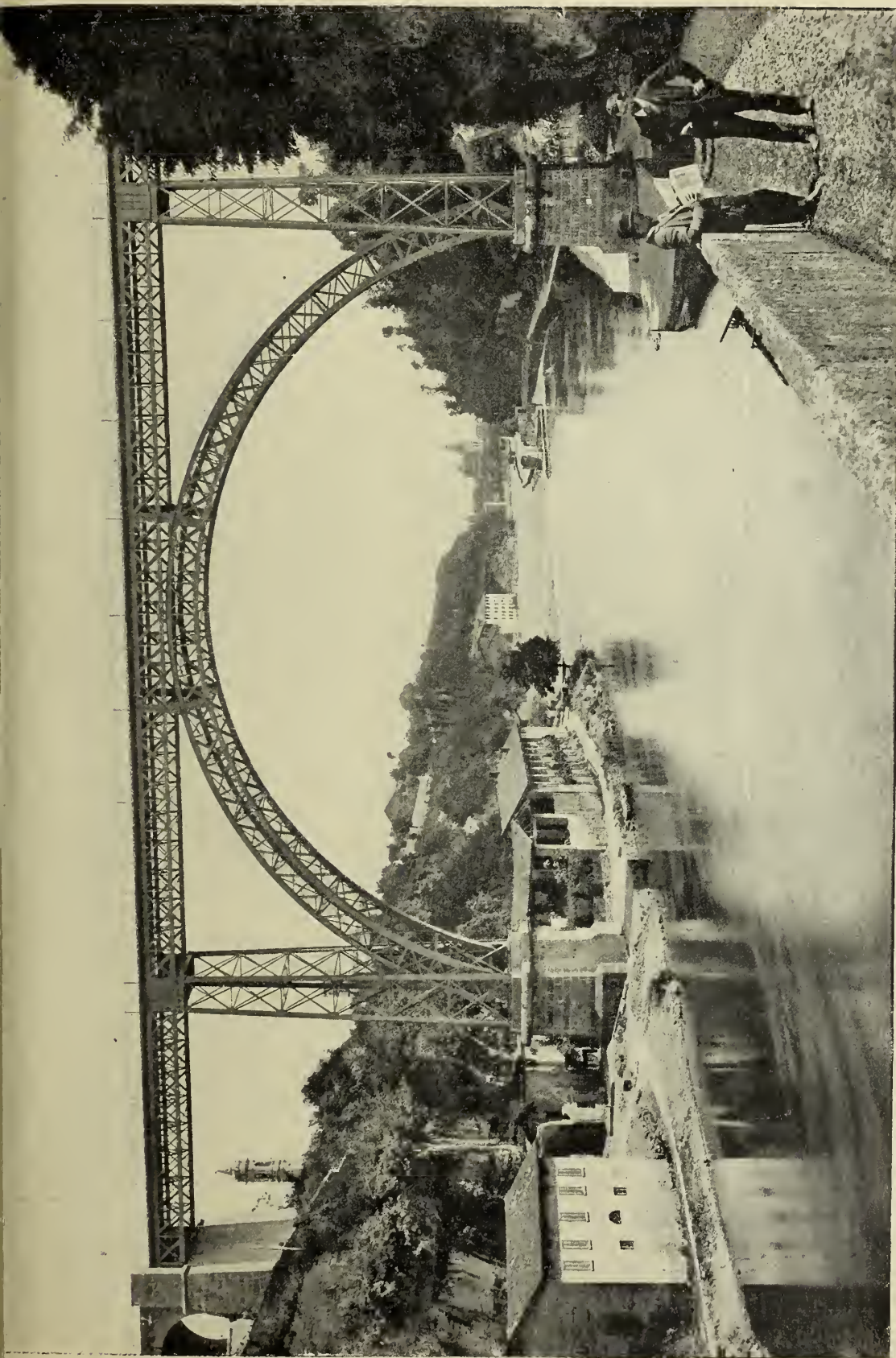
montate senza l'aiuto d'alcuna armatura ed in tempo relativamente breve: dall'ottobre del 1876 al febbraio del 1877.

Quello di Kinzua, eseguito dall'ingegnere Adolfo Bonzano, nativo del Wurtemberg, fu compiuto nel 1882 in soli otto mesi e mezzo, e si eleva a

Ponte a travata parabolica sul Taro, a Ca' Visoni.

metri 92 sopra la valle. Misura 625 metri e comprende 21 travate. Le pile sono costrutte a più piani ognuno di 10 metri di altezza. E la montatura dell'imponente opera fu egualmente effettuata senza il sussidio delle armature.

La stupefacente altezza del ponte-viadotto di Kinzua fu poi superata da quello del Pecos, nel Texas, che tocca i 98 metri sopra il pelo d'acqua del fiume. È lungo 666 metri e suddiviso in 26 travate sorrette da pile di barre d'acciaio, eccetto due in muratura, tutte basate su fondamenta di pietra da taglio profonde da 9 a 12 metri.

Nei primi ponti metallici ad arco, cui servì di norma quello sulla Severn, in Inghilterra, si adoperò esclusivamente la ghisa. Fra i tanti si notano il ponte di San Luigi sulla Senna, a Parigi, con un solo arco di 64 metri di corda e la freccia di metri 5,82; quello sul Rock-Creek, negli Stati Uniti, pure d'un solo arco, con la corda di metri 61 e la freccia di metri 6.10: quello di Tarascona, composto di sette archi, ciascuno colla corda di 62 metri e la freccia di 5; il viadotto del Varo, composto di sei archi di 50 metri di corda e 4.50 di freccia, ecc. In appresso, nella costruzione dei ponti arcuati, alla ghisa venne a poco a poco sostituito il ferro, che permise di dare agli archi portate ognora più ardite. Il ponte d'Arcole, per esempio, sul maggior braccio della Senna a Parigi, ha un arco di 80 m. di corda e poco più di 6 m. di freccia.

Ponte in ferro sull'Adda, presso Trezzo, costruito nel 1886.

Fra i ponti ferroviarii che sono a cavaliere del Danubio (celebri il ponte di Pest, opera dell'ing. Clarke, costruito nel 1850, e quello più antico di Vienna, costruito nel 1828 dal Von Mitis), rammentiamo quello ad archi recentemente inaugurato in Ungheria, che porta il nome dell'arciduchessa Valeria. È sulla linea Budapest-Marchegg, presso la città di Esztergom, antica residenza di S. Etienne primo sovrano del regno ungherese. È posato su sei pile ed ha cinque arcate. Attraversandolo in treno, prima di giungere ad Esztergom si resta ammirati per i magnifici edifizii che s'elevano maestosamente sulla città, fra cui il Duomo dall'immensa cupola dovuta al cardinale Rudnay.

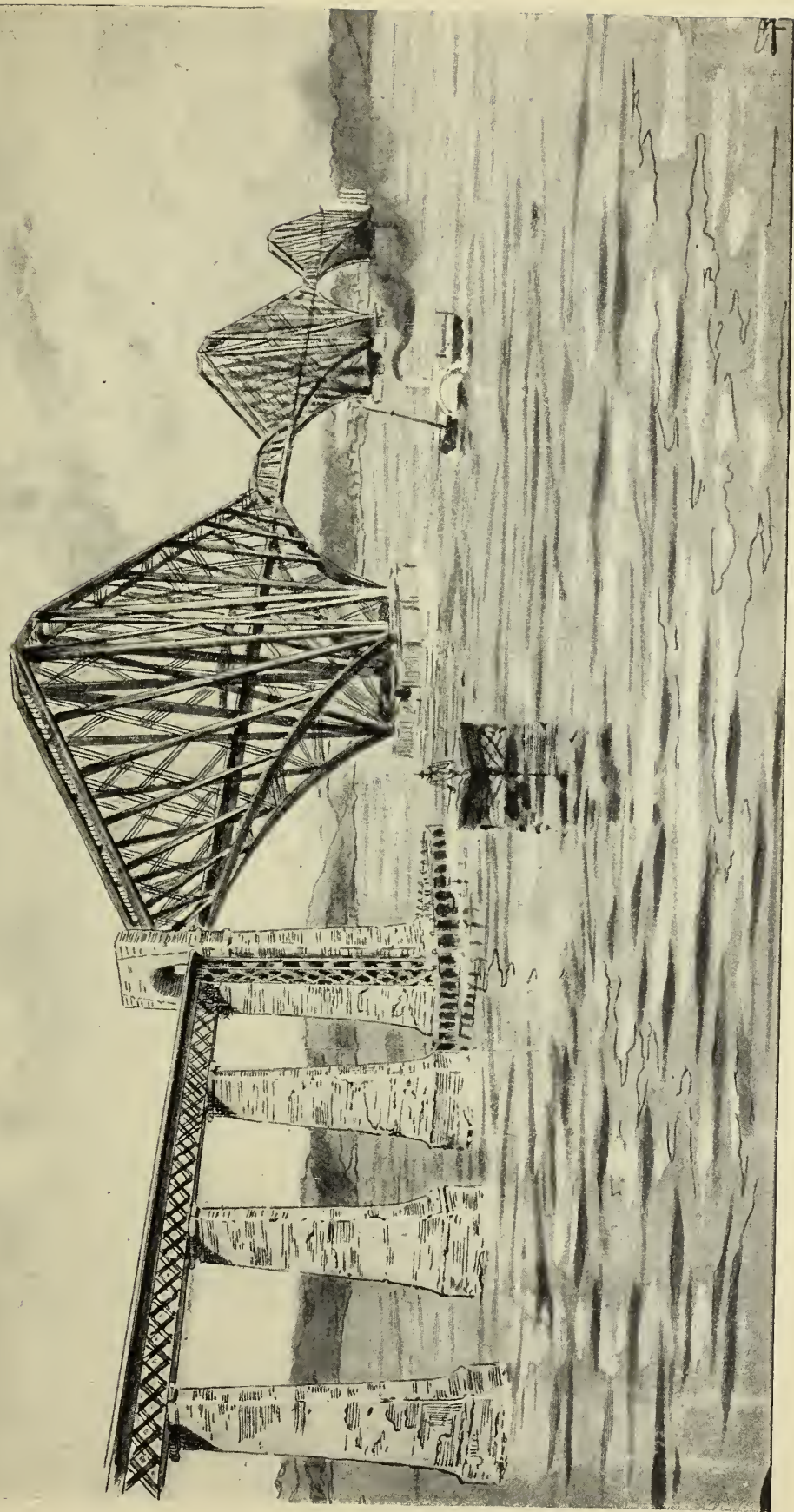
Una particolare struttura presenta il ponte *Royal-Albert,* uno dei centododici che s'incarnano sul Tamigi. Sorge presso Plymouth ed è opera dell'ingegnere Brunel. È diviso in due travate ognuna di quasi 139 metri di luce, prolungantisi in due viadotti d'approccio. Il palco è sospeso mediante sostegni verticali ad un tirante incurvato, colla concavità all'insù, ed il tirante, mediante altri sostegni verticali frammezzati da ferri a crociera, è a sua volta sorretto da un grosso tubo a sezione ovale incurvato in senso opposto del tirante.

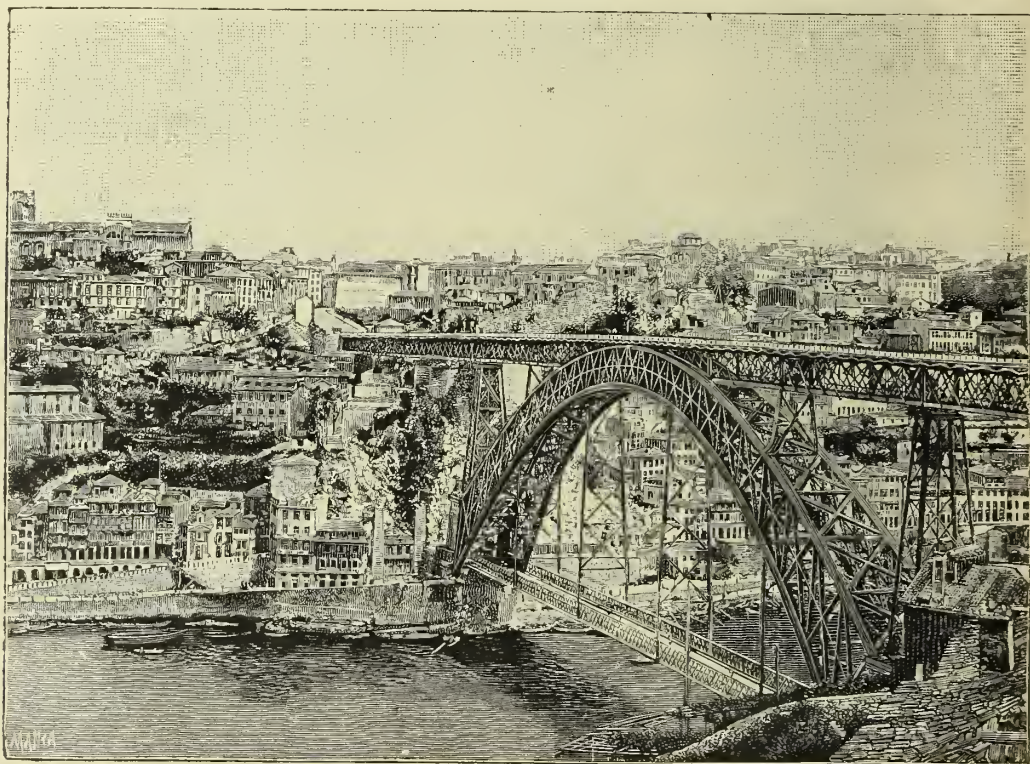
Dall'ingegnoso sistema Brunel derivò quello del tecnico tedesco Pauli, che porta il suo nome e fu applicato nella costruzioue di un bel ponte sul Reno, presso Mainz, con quattro aperture ciascuna di 100 metri di luce, ed altre 21 minori: e di quello sull'Elba, presso Amburgo, con travate di 96 m. l'una,

Il ponte sul Mississipí, in prossimità di San Luigi, opera dell'ingegnere Eadas inaugurata in settembre del 1873, ha tre archi di sesto sensibilmente depresso, ciascuno dei quali è formato da due fasce d'acciaio concentriche e a certa distanza fra loro, collegate da un reticolato, e l'arco centrale ha la corda di metri 158.50, gli altri di metri 157. Sugli archi, mediante contrafforti verticali, posa la ferrovia con doppio binario, e al di sopra di essa, trovasi una strada carreggiabile fiancheggiata da marciapiedi. Alle testate del ponte rispondono due lunghi e declivi viadotti ad arcate in muratura.

L'arcata del nuovo ponte sul Niagara, cui accennavamo, misura m. 167,60 Essa posa su quattro cosce di pietra, situate verso la metà delle altissime sponde. Il ponte ha, come i precedenti sullo stesso fiume, due piani: il superiore per la ferrovia, l'altro per le carrozze ordinarie, per un *tramway* e per i pedoni. Nessuna solidità maggiore. Per la sua costruzione s'impiegarono 2720 tonnellate di metallo, cento delle quali di acciaio fuso (1).

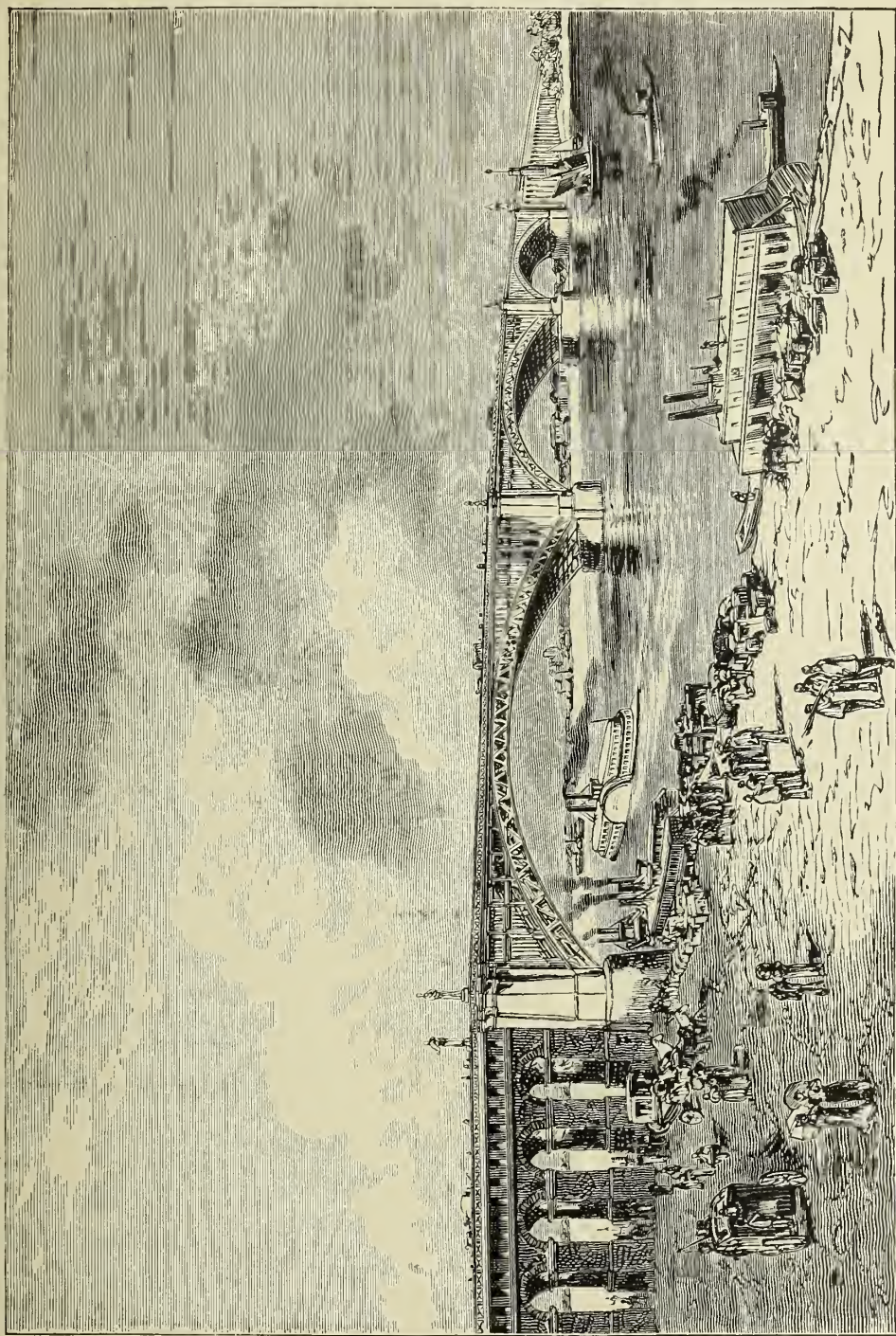
Molto interessante è il ponte *Maria Pia,* nel Portogallo, accavallantesi al Duero, presso Porto. È una delle prime opere grandiose dell'ing. Eiffel, il cui nome doveva assurgere ben presto a fama mondiale per la genialità delle sue arditezze meccaniche. Al momento dell'inaugurazione (1878) era il ponte metallico che conteneva il più grande arco del mondo, misurando la sua apertura mediana 160 metri. Quest'apertura ne ha due altre laterali, una dalla parte di Lisbona, lunga m. 169,87, l'altra, verso Porto, lunga m. 132,80. Il ponte s'inizia con un viadotto in curva alto 23 metri: poi segue una galleria di 420 metri, indi viene il vero ponte alto 61 metri sul livello del fiume, e poggiante contro il fianco delle colline che stringono il Duero.

(1) Alla figura, che illustra quest'eminente opera d'arte, aggiungiamo una tavola divisa in sei parti, che rappresentano: i due ponti più antichi, la veduta generale delle cascate, la ferrovia del *Grande Gola,* che si prolunga oltre undici chilometri, tutta in curve e pendenze fin del 90 per cento, e fu costruita in 75 giorni.

Il Ponte di Forth.

Ancora più ardito, sullo stesso fiume è il ponte *Re Luigi* che unisce le città alte e le città basse poste di fronte. È costrutto più a valle del *Maria Pia*. Il suo piano inferiore è lungo 117 metri ed è formato di una sola travata metallica, più che sufficiente per il passaggio delle grosse barche alberate. Il piano superiore, alto sul primo ben 77 m. è un enorme viadotto che unisce le due colline ed è lungo 500 m., di cui un terzo sostenuto dal grande arco centrale, della luce di 154 metri che sorregge la piattaforma inferiore. Le due vie servono al passaggio di carri che pagano un lieve pedaggio alla Compagnia costruttrice (Villebraek nel Belgio), per la spesa sostenuta di oltre due milioni di franchi. Dall'alto del ponte superiore lo sguardo indugia compia-

Ponte di Porto sul Duero.

ciuto sul magnifico panorama delle due città, del porto, del gran fiume tortuoso che sbocca poco lungi nell'Atlantico, popolato di vele pescherecce. Il fiume forma a monte vari risvolti e quindi un piccolo lago cinto di boscose colline e che nel suo ridente complesso richiama dolcemente alla memoria degli italiani il panorama del Lago di Garda.

Il viadotto ferroviario di Garabit, nell'Alvernia, eretto dal 1882 al 1884 secondo il progetto del sullodato ing. Eiffel e del suo degno collega ing. Seyrig, da una travata metallica tubulare a graticcio sostenuta da pile di ferro e da un arco centrale parabolico con la corda di metri 165, impostato su grandi massi di muratura che servono di base anche alle due pile adiacenti. Similmente di muratura sono le fondazioni delle altre pile. La tratta del viadotto verso Marvejols, di seguito a quella rispondente sull'arco, è lunga 270 metri

e divisa in cinque travate, e l'altra tratta verso Neussargues è a due travate di lunghezza unita metri 103. Il solo palco metallico pesa 1350 tonnellate. Il

Ponte ad arcata in acciaio di Lad, sul Mississipi, presso St. Louis

piano stradale trovasi ad un'altezza che supera tutte le precedenti: 122 metri cioè sopra il livello della Truyere, affluente di destra del Lot, che scorre al fondo della vallata.

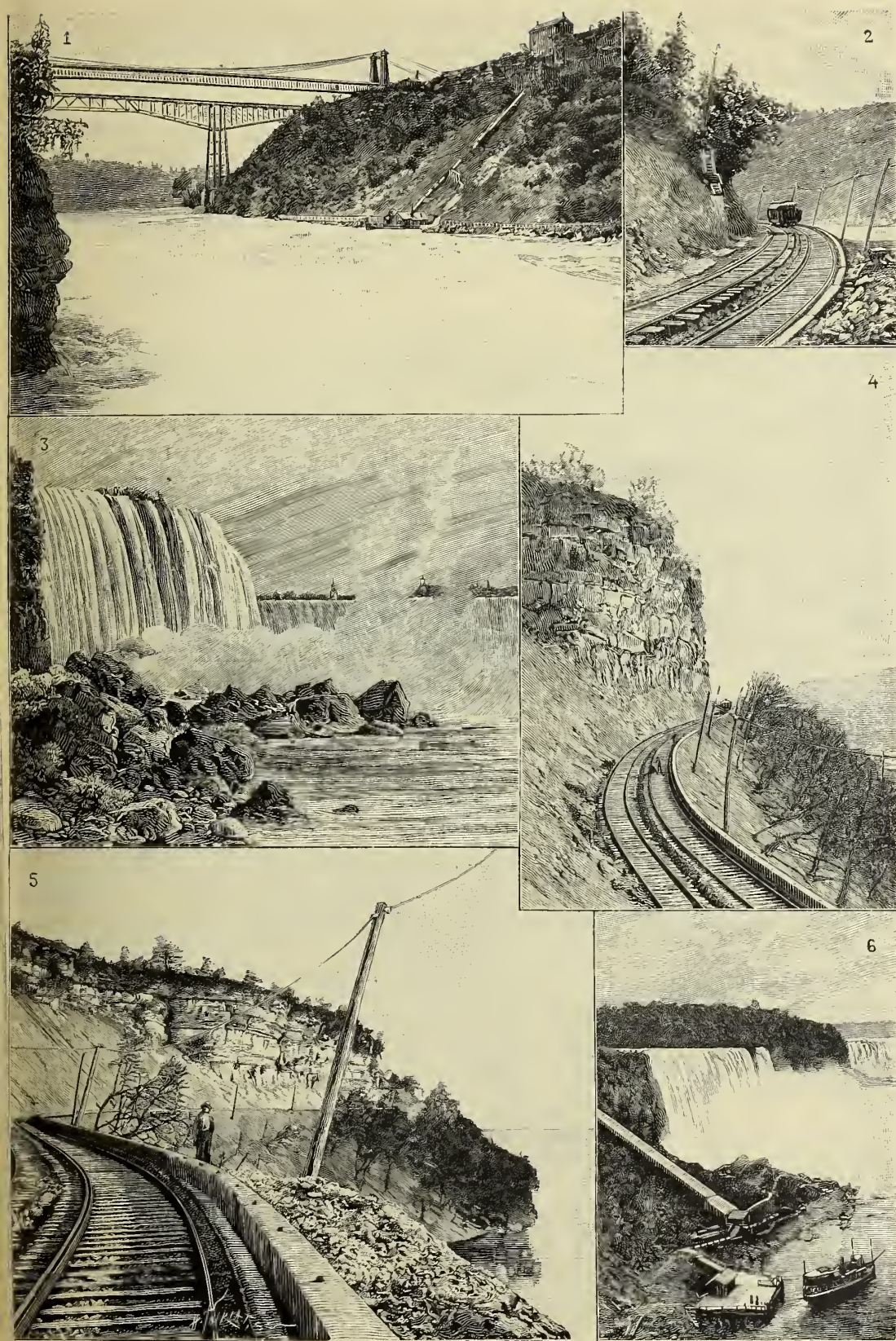
« Per dare un'idea dell'altezza di 122 metri — scriveva l'Eiffel — l'ho

comparata a quella della colonna Vendôme, posta al disopra di Nôtre Dame. È ad un'altezza che oltrepassa questi due monumenti sovrapposti che corre la via ferrata ».

Non meno grandioso è il ponte-viadotto di Mungstein (Prussia Renana), che attraversa la valle bagnata dal fiume Wupper, presso quella città, e fu inaugurato nel 1897. È lungo metri 465 e comprende sette arcate, la centrale delle quali ha la corda di metri 170. La sovrapposta ferrovia tocca l'altezza di 107 metri dal fondo della valle. Vi s'impiegarono 4000 tonnellate di ferro, e costò 3.125.000 franchi.

Ma la più meravigliosa opera ad arcate di metallo è il ponte di Forth, fra Edimburgo e Perth. I lavori iniziati nel 1883 non poterono esser compiuti che sette anni appresso. La sua totale lunghezza sorpassa i due chilometri e mezzo, avendo il ponte propriamente detto la lunghezza di metri 1631 e i due viadotti di raccordo l'uno quella di metri 594 e l'altro di metri 291. L'isolotto d'Inchgarvie, posto in mezzo del fiume, fece pensare a comporre il ponte in due sole campate, con una pila sull'isolotto e due altre verso le rive, nè distolse dall'arditissimo pensiero la considerazione che ciascuna campata richiedeva la paurosa luce di 521 metri. Costrutte dunque le fondazioni in pietra e cemento, si eressero, senza regolari impalcature, le tre pile di ferro e di acciaio, alte 109 metri e composte ognuna di quattro sostegni tubulari saldamente congiunti da membri secondarî. Si procedette quindi alla formazione delle parti intermedie, e sempre senza impalcature, dacchè l'acqua, ivi profonda in certi punti fino a 60 metri, non avrebbe a ogni modo permesso di costruirle. Ciascuna campata si compone principalmente di due gigantesche mensole, in forma di triangoli isosceli, con uno dei lati leggermente arcuato e la base fissata verticalmente alle pile. Ogni pila sostiene una coppia di mensole, servendo l'esterno delle due pile estreme a legare il ponte alle tratte che si prolungano sulle rive, e le mensole di ogni coppia si fanno perfettamente equilibrio. Nell'interno delle pile e delle mensole fu poi composto il palco del ponte. Ma siccome ogni mensola non isporgeva che 210 metri dalla relativa pila, rimaneva un vuoto di oltre 100 metri nel mezzo di ciascuna campata, e fu esso riempito con una corrispondente porzione di travata che si fece scorrere su quella precedentemente compiuta. I viadotti di raccordo sono formati di travate simili a quelle del ponte e posate su grandi pile di muratura.

Per le murature dell'immensa opera s'impiegarono 25.040 tonnellate di pietra d'Aberdeen e di cemento, e per le parti metalliche 54.000 tonnellate di ferro e d'acciaio ed otto milioni di bulloni. La spesa, secondo i preventivi calcoli, doveva ascendere a 40 milioni di lire, comprese le tratte di accesso, ma fu effettivamente di 70 milioni. Vi concorsero le quattro Compagnie ferroviarie *Great-Northen*, *Milland*, *North-Eastern* e *North-British*, che si erano associate per la gigantesca impresa e avevano preso il nome collettivo di *Forth-Bridge Railway Company*.

Il 22 Gennaio 1890 si eseguirono le prime prove del ponte con due treni del peso unito di circa 2000 tonnellate, che percorsero, l'uno a fianco dell'altro, i due binarî; e la massima inflessione non risultò punto maggiore di quella preveduta dai costruttori. La gloria della imponente costruzione spetta agl'ingegneri Giovanni Fowler e Beniamino Baker.

Le vie d'accesso al Niagara-Falls,

1. Il ponte antico. — 2. La linea ferroviaria della « Grande Gola ». — 3. Veduta generale della cascata — 4. La linea ferroviaria montante — 5. La via sospesa che s'attacca alle rocce — 6. Il ponte d'imbarco per la visita alla cascata.

Il ponte di Forth fu inaugurato il 4 marzo col concorso del principe di Galles che aveva piantato l'ultimo chiodo, sull'aurea capocchia del quale erano incise in inglese queste parole: *Ultimo chiodo piantato da S. A. R. il Principe di Galles.* Attualmente su questo ponte sono sempre in lavoro 200 persone per riparare e prevenire i guasti, e per le continue verniciature richieste dall'azione del clima nebbioso.

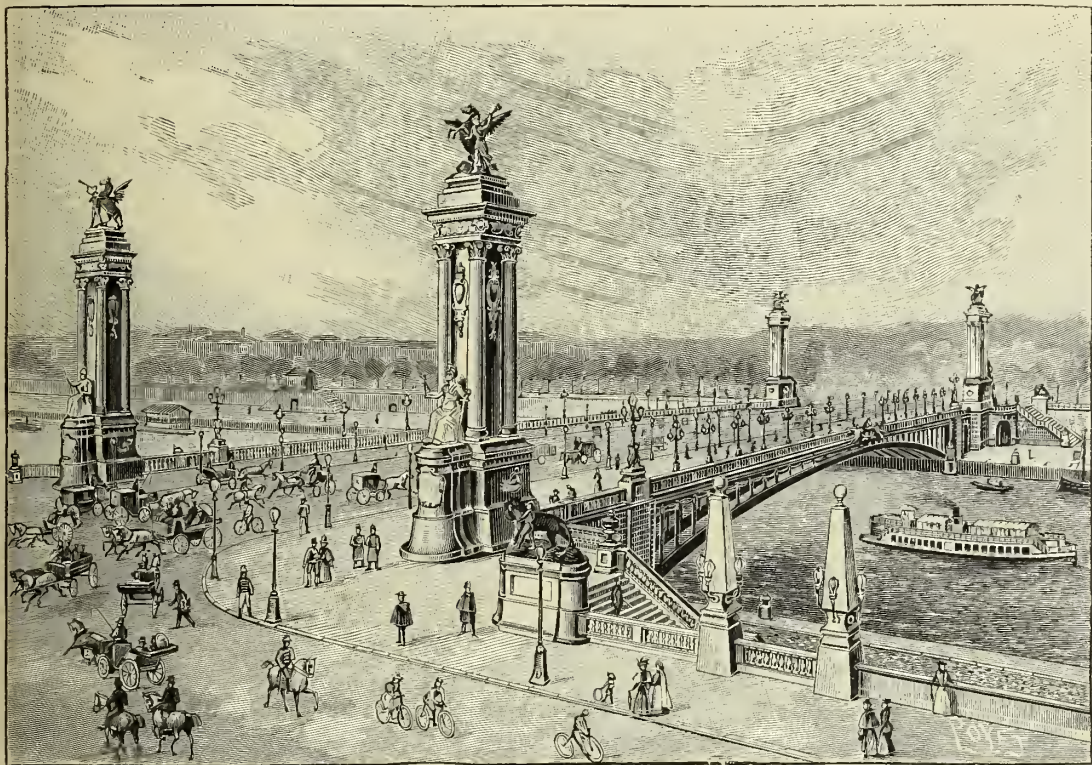
Al medesimo tipo fu ispirata la costruzione del ponte non ancora completato e di più grandiose proporzioni, sull'Hudson, grande braccio di mare fra New-York e New-Yersey. Esso, destinato ad oscurare la gloria del vicino

Nuovo ponte ad arcata sul Niagara.

ponte di Brooklyn, posa su due soli piloni eretti nell'acqua. L'arco mediano misura l'enorme lunghezza di 927 metri; i due mezzi-archi laterali, 460 metri ciascuno. La travata ergesi a 75 metri sul livello medio dell'acqua. Le pile dei due viadotti, anche in acciaio, posano sul terreno, e formano sponda.

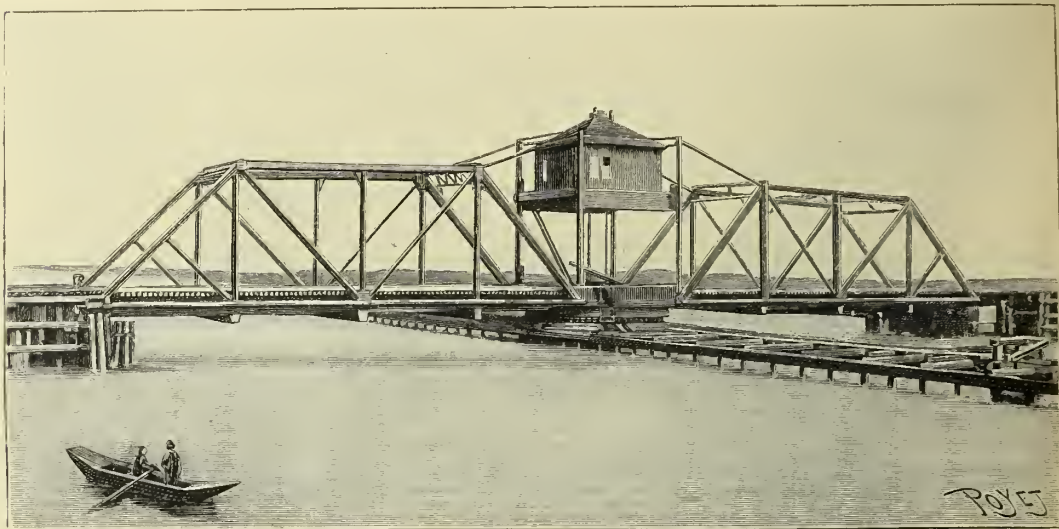
In Europa, l'ultimo ponte ad arcata del secolo è quello che la Francia ha battezzato col nome di Alessandro III, e che attraversava la Senna, a Parigi, fra i Campi Elisi e la spianata degli Invalidi. Costrutto in acciaio avrà la corda di 107 metri e mezzo. Il palco, mediante sostegni verticali, poserà su 15 archi coi peducci articolati su girelle, onde siano riportati alle cosce tutti gli sforzi di dilazione, di contrazione e di carico cui andrà soggetta l'ossatura del ponte. Questo sarà il più largo che esista, per la carreggiata di 20 m. e i due marciapiedi di 10 metri l'uno, essendo quello di Brooklyn largo soli 25 metri. E non sarà soltanto un'insigne opera d'ingegneria, ma pure uno splendido mo-

numento architettonico. Alle testate sorgeranno quattro fastosi piloni di pietra, coronati ciascuno da un gruppo di bronzo dorato, rappresentante la Fama che frena un Pegaso impennato. Colossali statue simboleggianti la Francia e la Russia si eleveranno, con alti piedistalli, sulla fronte dei piloni, come si vede dall'annessa illustrazione. S'inaugurerà fra qualche mese.

Negli Stati Uniti, per evitare la grossa spesa dei viadotti e rampe di raccordo col piano stradale dei ponti ferroviari, posto a grande altezza dal livello dell'acqua affine di lasciar libero il passaggio ai bastimenti, si costruirono molti ponti girevoli di ferro, taluni dei quali hanno rilevanti dimensioni. Il maggiore

Nuovo ponte Alessandro III, sulla Senna a Parigi.

fra tutti è il *Raritan Bai Swing Bridge* la cui lunghezza è di metri 143.80, e benchè sia a un solo binario il suo peso è di 590 tonnellate. Lo si fa girare mediante una macchina a vapore. Così si mette in movimento il ponte sul Columet, recentemente inaugurato sul fiume omonimo, che s'impernia nella sua parte centrale sull'unica pila in muratura che ha un diametro di m. 11,90. In quel punto il fiume è largo circa 107 metri e frequentatissimo da legni fluviali. La compagnia *Chicago, Lacheshore and Eastern R. R.*, considerando il gran numero di treni che avrebbero dovuto passare giornalmente, volle che il ponte riuscisse leggiero onde ne fosse facile la rotazione e avesse nel tempo stesso una sufficiente solidità. Alla pila, piantata su pali nel letto del fiume, si connessero, a monte e a valle, due palizzate sporgenti dall' acqua e sulle quali riposa il ponte quando è aperto. Esso è formato di due parti simmetriche ed equilibrate fra loro, composte, ciascuna, di due robuste traverse ri-

legate e sostenute da tiranti che mettono capo in una capanna metallica centrale posta a tale altezza da lasciar libero il passaggio dei treni, e contenente il meccanismo per la rotazione.

Un altro ponte che ha la travata mediante girevole di 62 metri e la cui

Ponte girevole sul Columet.

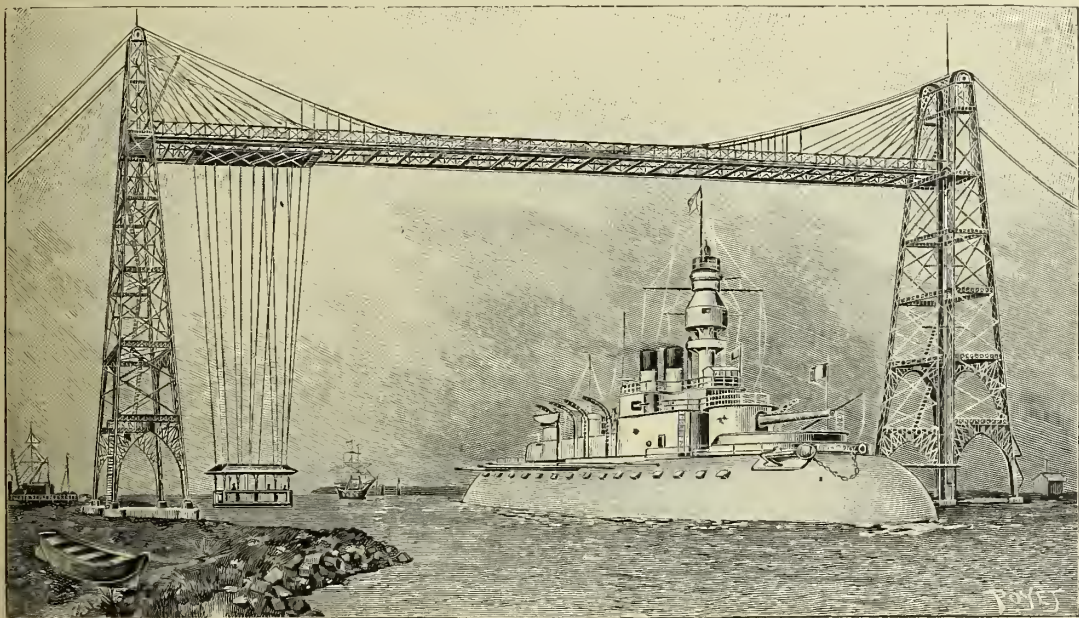
parte metallica ne misura ben 400 è stato costruito dal '95 al luglio '97 sul Nilo, tra Girgeh e Keneck, a 600 km. al sud del Cairo. Esso gira nel centro. Da una parte ha una sola travata di forma parabolica di 62 m. e dall'altra ne ha cinque di 275 m. complessive. Il peso della parte metallica è di 1000 tonnellate. Occorsero per questo ponte due cosce e sette pile nel Nilo, che furono fondate ad aria compressa. La pila che porta il perno della travata girante ha un'altezza totale di 35 m. dalla fondazione alla cornice, e la profondità d'acqua varia da 13 a 19 metri. Ha un binario di m. 1,50 e dà inoltre passaggio agli animali ed ai pedoni mediante due marciapiedi laterali. Quest'opera è tanto più importante, in quanto che si dovette lottare colle difficoltà del clima, degli approvvigionamenti a grande distanza da ogni centro possibile, e della mano d'opera scarsissima in quei luoghi.

Elegante ma di modeste proporzioni è presso di noi il ponte girevole di Taranto, costrutto dal Genio Militare. Esso unisce la vecchia città di Paisiello alla nuova dell'arsenale, detta Borgo, attraversando il canale che mette in comunicazione il *Mar grande* col *Mar piccolo:* due turbine dànno il movimento ai due mezzi ponti che si aprono lateralmente. Dall'alto di questo ponte, nelle calme sere estive, si gode spesso uno spettacolo che fa pensare con un ardente desiderio ai tante volte sognati tramonti orientali, sul Bosforo meraviglioso, dopo le affascinanti descrizioni del De Amicis... Di questo ponte, che ci riguarda tanto da vicino, diamo due illustrazioni: la prima per dare un'idea di quando è chiuso, sulle calme acque del Canale, e lungo la passeggiata favorita dai Tarentini, e l'altra mentre è aperto per il passaggio d'una nave, con vista della così detta cittadella di Taranto, quartiere della Marina.

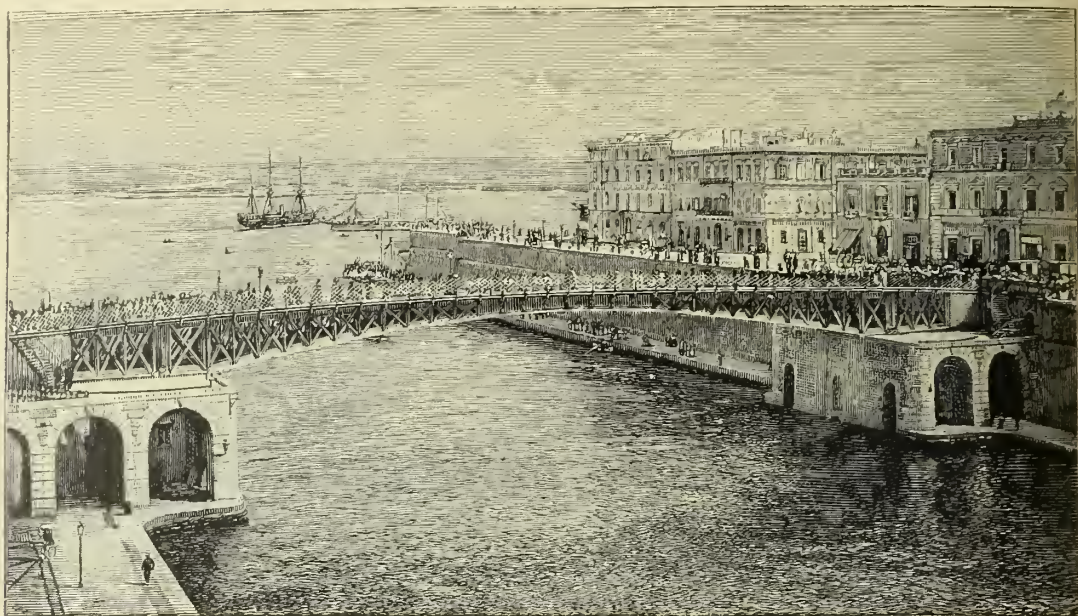
Oltre che ai soliti ponti girevoli, i meccanici pensarono a due altre specie di costruzioni per il passaggio degli enormi galleggianti commerciali e da guerra: quella col piano mobile, che s'eleva al momento opportuno, e quella che si distingue col nome di ponte di trasbordo.

Alla prima categoria appartiene il *Tower Bridge* (Ponte della Torre) di Londra. Costrutto dal 1886 al 1894 dal Consiglio della Contea della metropoli inglese, su piani e disegni di Sir Horace Jones e Wolfe Barry, costò circa trenta milioni. Ed è più che altri imponente per la dimensione delle due torri quadrate, in istile gotico, rizzantisi nel mezzo del fiume, su pile colossali di granito, alte 61 metro, sopra le quali riposa l'intera struttura e s'incastrano le travate.

Contando le vie d'accesso, il ponte è lungo 850 metri; le tre traverse misurano 300 m. l'una e sono larghe 25, di cui 18 riservate ai trottatoi.

Le due travate presso le rive sono fisse; quella centrale, di 65 metri, si divide in due tavolati a *bascule* mosse su cerniere, e che si alzano, come accennavamo, per dar passo alle grosse navi. A 35 metri su questo ponte mobile, una seconda travata centrale fissa unisce le due torri alla loro sommità e permette ai pedoni di attraversare il Tamigi allorchè la travata inferiore è aperta alla navigazione, ed è cotesta un'altra particolarità del ponte londinese.

Ponte di strasbordo a Biserta.

Si sale alla piattaforma superiore per due scale a spirale (90 gradini) poste nell'interno delle torri, o per mezzo di ascensori che contengono 30 persone; ogni torre ne ha due, uno per l'ascesa, l'altro per la discesa.

Il ponte è equipaggiato come un vascello: ha il suo capitano, un luogotenente di marina, che comanda un equipaggio di meccanici e marinai, e quelli che montano la guardia si comportano come soldati in guerra. L'a-

Il ponte girevole di Taranto (veduta d' insieme, dal Mar Grande).

pertura di questo nuovo ponte alleggerì il traffico del London-Bridge (che segue a monte) di 30.000 pedoni e 10.000 veicoli al giorno.

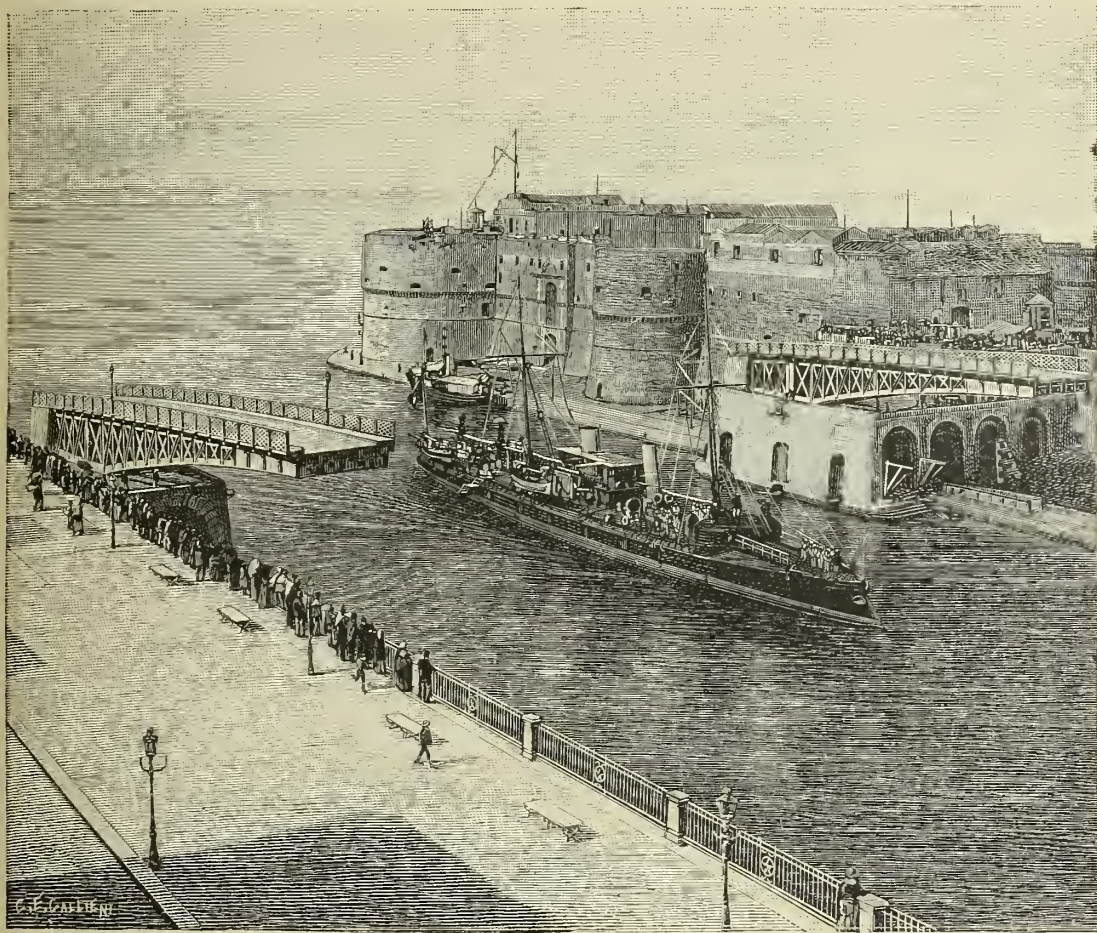
Un ponte dell'altro genere è all'imboccatura di Nervion in Ispagna, fra Portugalete e Las Arenas; uno simile, appena costruito, è sul canale di Biserta sul quale s'innalza 45 metri. Entrambi sono muniti di una sorta di carrozza sostenuta sotto il piano del ponte da grossi cavi, e mossa da una macchina a vapore. Il piano della vettura coincide con quelli delle due sponde del canale. Il ponte è sostenuto da grandi piramidi in acciaio, basate su una fondazione di pietra viva.

E, per chiudere, un cenno sulla possibile congiunzione ferroviaria della Francia coll'Inghilterra attraverso allo Stretto della Manica.

La questione di un ponte sulla Manica risale al principio del secolo, e se ne occuparono poi vari ingegneri. Lo studiò più specialmente l'ingegnere Thomé de Gamond quando la locomotiva scorreva già trionfalmente, sulle nuove strade. Impaurito però dalle difficoltà materiali, presso che insormontabili a quel tempo, che si opponevano alla costruzione del ponte, egli ne abbandonò l'idea, e immaginò invece di scavare una galleria sottomarina.

Si diede quindi ad esplorare le sponde ed il letto, e, non contentandosi degl'indizi che gli forniva lo scandaglio, fattisi legare alle gambe dei sacchetti di ciottoli, e turatisi gli orecchi con tappi di filaccia imbevutra d'olio, e riempitasi d'olio la bocca, si tuffò in mare e scese alla profondità di 30 e più metri. Non appena toccava il fondo, s'affrettava ad abbrancare di quel materiale e a intascarlo, poi tagliava i legacci della zavorra e risaliva fuor d'acqua. (Così facendo, per poco non vi lasciò la pelle, in un assalto coi gronghi che lo morsero in più parti). Riconosciuta in questo modo la natura del letto, pose mano ai disegni e potè presentare nel 1856 il progetto compiuto di un *tunnel* da Castware-Bay, presso Folkestone, al capo Gris-Nez.

Sono più che note le vive discussioni accese da quel progetto nel Parlamento inglese, che finì col rigettarlo. Il Thomé de Camond lo ripresentò all'Esposizione Universale di Parigi del 1867; ma, oltre all'onore, non ne trasse neppur allora costrutto, e tutti i suoi studi furono ben presto coperti dall'oblio.

Più tardi, i grandi progressi raggiunti nelle costruzioni metalliche ebbero meglio a convincere sulla possibilità di gettare un ponte a traverso la Manica; e i signori Schneider, direttore delle officine di Creusot, e Kersent, impresario

Il ponte girevole di Taranto durante il passaggio di una nave.

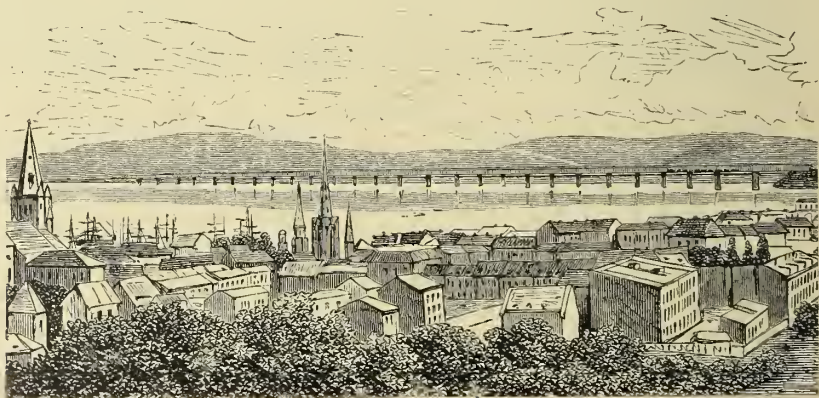
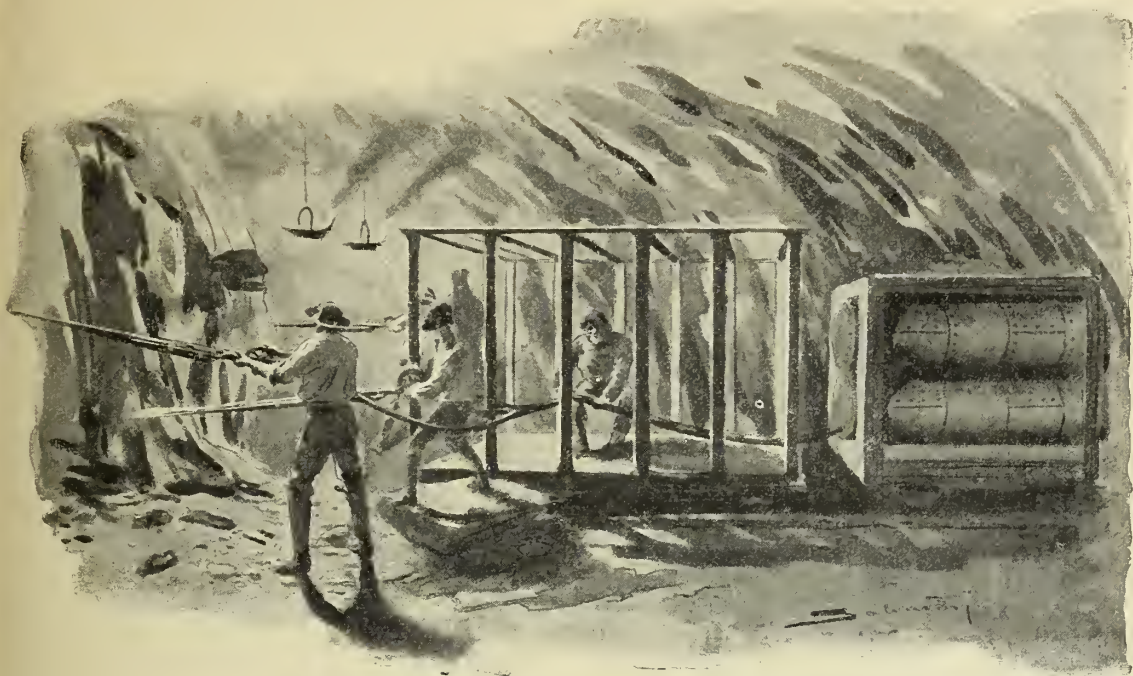
dei lavori del canale di Suez, sotto gli auspici della Società inglese *Channel Bridge Company*, fecero un nuovo ed interessante piano.

Il ponte da essi immaginato, partendo dal capo Gris-Nez, finirebbe a Folkestone, facendo due gomiti per poggiare sui banchi Warne e Bolbart che si trovano verso la metà dello stretto a sei chilometri l'uno dall'altro, e avrebbe la totale lunghezza di 38 chilometri. Sarebbe composto d'una serie di travate metalliche insistenti su pile piantate ad intervalli di 100 a 500 metri. Nè la costruzione delle travate di 500 metri presenterebbe gravi difficoltà, dopo lo splendido esempio di quelle del ponte di Forth, che misurano 521 metri. La presenterebbe bensì la costruzione delle pile, e tuttavia sormontabile. La pro-

fondità del mare, fino a 6 chilometri dal capo Gris-Nez, nella direzione che avrebbe il ponte, va successivamente aumentando da 10 a 40 metri; quindi per un tratto di 9 chilometri raggiunge i 50 e in qualche punto i 55 metri; presso i banchi Colbar e Warne è di 7 a 8 metri, ma nello spazio interposto tocca i 30; finalmente dal secondo banco a Folkestone varia di poco dalla media di 25 metri.

Nel più profondo tratto bisognerebbe dunque piantare una ventina di pile a circa 50 metri sotto il livello del mare. Secondo il relativo studio fatto da Hersent, coadiuvato dagl'ingegneri del ponte di Forth, quelle pile si comporrebbero di due cilindri metallici alti da 40 a 43 metri, riuniti col mezzo di un'armatura ugualmente metallica e fissati su d'un basamento di muratura, la cui faccia superiore dovrebbe elevarsi circa 15 metri sopra il livello dell'alta marea. Le travate poserebbero quindi a tale altezza da non ostacolare per niente il passaggio nemmeno alle navi della maggiore alberatura. Le pile nei punti più profondi coprirebbero colla base un'area di 500 metri quadrati, e sarebbero costruite entro a cassoni di metallo. I signori Hersent e Schneider hanno calcolato che le 55 pile del loro progetto richiederebbero 4 milioni di metri cubi di muratura e 76000 tonnellate di ferro.

Il palco del ponte conterrebbe un doppio binario e un passaggio sull'intera lunghezza per la circolazione degl'impiegati, oltre ai posti per i sorveglianti di distanza in distanza. Dai computi dell'Hersent la spesa delle fondazioni risulta di 360 milioni, e quella delle parti metalliche di 500 milioni. Aggiunta la spesa necessaria per il raccordo del ponte colle ferrovie dei due Stati, si può ritenere che la spesa complessiva non sarebbe di molto inferiore al miliardo.

È anche questa una grande opera che lo spirante secolo XIX lascia in eredità al secolo XX tanto più che gli ostacoli materiali sono facilmente sormontabili, e le due nazioni fra le più ricche della vecchia Europa, e, diciamolo pure, le più avanzate nel progresso.

Il ponte Vittoria sul fiume S. Lorenzo presso Montreal.

Cenisio: le prime perforatrici coi serbatoi dell'aria compressa.

LA GALLERIA DEL CENISIO

Il Natale del 1870 — La caduta dell'ultimo diafragma — Le prime gallerie — Gli studî pel Cenisio — I memoriali Medail — E. Mauss e G. B. Piatti — I tre soci e la triste odissea di un ingegnere milanese — Bartlett e Colladon — Il progetto di legge — L'inaugurazione — I lavori — Le perforatrici meccaniche — Statistica del materiale — Un giudizio apologetico — I monumenti di Torino e di Milano.

Chi non ricorda, leggendo il titolo di questo capitolo, l'efficacissima rappresentazione coreografica del capolavoro manzottiano? Nessuna descrizione più colorita, nessun quadro più mosso, più vivace, più comprensivo. Già da qualche settimana era cominciata la trepidazione nelle squadre degli operai procedenti di gran lena verso le viscere della montagna. Erano quattordici anni che si scavava, si scavava, progredendo a passi di formica, vincendo continui ostacoli, facendo scorrere fiumi di sudori; ed i chilometri non erano che la metà di quegli anni... Un giorno, nel pomeriggio di Natale del 1870, mentre per tutta la cristianità si osannava al figliuolo di Dio, in fondo al sotterraneo si udì un rumore sordo, confuso, che non era prodotto nè dall'urto dei picconi, nè dallo scoppio delle mine, nè dall'azione delle perforatrici. I capi-mastri s'interrogarono con lo sguardo, al lume rosso delle fiaccole, scalmanati e palpitanti; negli occhi dei direttori tecnici passarono lampi di gioia suprema...

— Ci siamo?... — Il rumore si fa a poco a poco più distinto, e col rumore il battito di ciascun cuore... Non v'è più dubbio... È l'opera dei

minatori del versante opposto... Ma si troverà l'altro braccio di galleria in corrispondenza con questo?... Tutti lo pensano con una specie di terrore; nessuno esprime il suo dubbio. — Avanti, compagni, avanti!...

Ed ecco che lo scalpello perforatore s'interna nell'ultimo masso; ed ecco che una luce s'insinua a traverso gli aperti fori, e con la luce un grido erompente di gioia: — Viva l'Italia!... Viva la Francia!...

Portale della galleria del Cenisio presso Bardonecchia.

La sera di quel giorno, infatti, il governo italiano riceveva un telegramma a firma *Grattoni* così concepito: « *Bardonecchia-Torino. — Quattr'ore venticinque minuti. Lo scalpello ha forato l'ultimo diaframma di quattro metri e ci parliamo da una parte all'altra. Il primo grido fu: viva l'Italia!* ».

Gli assi dei due cavi non s'incontravano per pochi centimetri di dislivello e di deviazione laterale. Una meraviglia!

Il giorno successivo, a malgrado del rigore della stagione, i capi della grande impresa, avvisati dal telegrafo, arrivarono con un treno speciale e s'internarono nelle profondità della grotta. Si era impiegata l'intera notte a preparare le mine, e si diede fuoco a tutte a un tempo. L'esplosione spense le lampade e lo sviluppo dei gas tolse il respiro. Ma dalle macchine pneumatiche si espansero tosto larghi torrenti d'aria pura e riaccese le lampade, apparve l'aperta breccia che attraverso alle viscere dell'immane montagna, riuniva all'Italia la Francia. Il primo a passare fu l'ing. Capello, direttore tecnico della galleria dalla parte di Modane: dopo di lui, da ciascun lato, un drappello si slanciò verso l' altro ad un abbraccio lungo e fraterno...

Sette mesi dopo il primo treno percorreva rumoreggiando fragorosamente la galleria del Cenisio.

L'idea di forare le montagne o di aprire una via sotterranea è antichissima. Gli storici fanno menzione di una galleria sottoposta al letto dell'Eufrate, in Babilonia, e congiungente due fortilizi posti ai capi del ponte che attraversava quel fiume. Così molte gallerie e condotti sotterranei costrussero in epoche remote gli Etruschi e i Romani — come gli emissarî dei laghi Albano e Fucino, la *Cloaca massima* di Roma, la grotta di Posillipo, la galleria della *Via Flaminia* nell'Appennino, e quella di Hagdeck, da pochi anni scoperta, che menava da Avenches a Soleure attraverso alla paludosa vallata dell'Aar. Altre in più prossimi tempi, e prima delle ferrovie, vennero scavate nei monti, come quelle delle strade carreggiabili del Sempione, dello Spluga e del San Gottardo, che fino a pochi anni fa destavano la meraviglia dei viaggiatori. Maggiore importanza assunsero dopo il trionfo della locomotiva, e se ne costruirono in Inghilterra, in Francia, negli stati tedeschi ed in Italia dovunque si presentasse un baluardo da superare. Nessun d'esse però può paragonarsi a quella del Frejus, e non solo per la sua lunghezza.

Le altre opere simili, non attraversando montagne di straordinaria altezza, furono generalmente facilitate da pozzi verticali scavati di distanza in distanza sui due pendii, in rispondenza del tracciato per la galleria, favorendo in tal modo la ventilazione nel sotterraneo e l'esportazione del materiale scavato, e offrendo la possibilità di lavorare simultaneamente in vari punti. Qui, invece, si dovette fare a meno dei pozzi, a cagione della elevatezza eccezionale della montagna, e il problema tecnico per rendere, ciò malgrado, possibile il lavoro, che cogli antichi sistemi avrebbe assorbito oltre mezzo secolo, tormentò lungamente i più eletti ingegni meccanici italiani e stranieri.

Il Governo del Piemonte, nell' entusiasmo delle costruzioni ferroviarie, pensò subito ai grandi vantaggi d'una linea che, valicando le Alpi occidentali, congiungesse l'Italia alla Francia; ma, con quali mezzi superare le innumeri difficoltà opposte dall'immensa barriera?

Date le colossali proporzioni di quei massi granitici, dove la furia del vento, le tempeste di neve e le minacciose valanghe rendevano mal sicura una linea ferroviaria, l'unico mezzo di pervenire al versante opposto era di attraversare la massa delle montagne. Ma come? Ma in qual punto?

Mentre i tecnici incaricati dal Governo studiavano la soluzione del difficile problema, o meglio di tanti piccoli problemi che concorrevano a farne uno grande, arduissimo, insolubile quasi; a un umile imprenditore di Bardonecchia, Giuseppe Francesco Medail, parve di averla trovata. Egli, dopo lunghe peregrinazioni per quei luoghi, dopo un esame incessante di ogni passo, di ogni asperità, di ogni ostacolo, trovò che l'alveo del torrente Melazet presso Bardonecchia, e quello del torrente Arco, presso Modane, erano quasi allo stesso livello, e che l'interposto monte Frejus era il più stretto fra tutti all'intorno. La ferrovia doveva dunque passare da lì, ed esposto il suo pensiero in un memoriale, lo mandò il 13 agosto 1839 al Governo. Non ricevendo alcuna risposta, ne inviò l'anno appresso un secondo, che non ottenne effetto diverso. Ne spedì un terzo nel 1841 ed ebbe pari fortuna.

Cenisio: L'estremo dei condotti pei compressori della parte di Modane.

« Per migliorare la strada da Torino a Chambery — osservava il Medail nei suoi memoriali — e renderla tale da rivaleggiare in qualunque stagione con quelle dei nostri vicini, conviene abbandonare la strada del Ce-

nisio e forare le Alpi nel tratto più breve, cioè sotto il monte Frejus, fra Bardonecchia e Modane . . . ».

Al suo progetto non toccò neppur l'onore d'una discussione; sicchè fu senz'altro sepolto negli archivii dello Stato. Il germe di quell'idea, però era stato trasportato dal vento in un terreno fecondo, e in un aprile non lontano, per opera di un più accorto, più abile o più furbo agricoltore, s'aprì alla vita con un splendido rigoglio. La galleria venne scavata appunto sotto al Frejus, cogli imbocchi passo Bardonecchia e Modane; ma allo sventurato imprenditore non fu concessa neppur l'amara soddisfazione di vedere effettuato per l'altrui concorso il più bel sogno della sua esistenza, avendo chiusi gli occhi, a Susa, il 5 Novembre 1844.

Qualche mese prima della morte di Medail, negli *Annali universali di Statistica* in Milano, era apparsa la descrizione di un progetto di ferrovia ad aria compressa, che provvedeva a tutte le deficienze dei precedenti sistemi, e che, sperimentato, quattro anni dopo, a Peckham, presso Londra, diede ottimi risultati e aperse nuovi orizzonti agli studii scentifici del genere. Autore del progetto era l'ingegnere milanese Giovanni Battista Piatti, che al pari del Medail, doveva più tardi avere avversa la fortuna del trionfo delle sue idee geniali . . .

Mentre il Piatti cercava tra le nebbie londinesi il capitalista per l'applicazione del suo progetto — correva allora un difficile momento per la crisi succeduta alla foga delle imprese ferroviarie — il Governo Sardo, si rivolse al cav. Enrico Mauss, autore del piano inclinato a sistema funicolare di Liegi, per consultarlo intorno al progetto già pronto dell'ardua linea ferroviaria Torino-Genova. Fu proprio il valoroso ingegnere belga, che, venuto in Italia, rivolse la mente all'obliato problema del visionario di Bardonecchia ; e, la soluzione fu presentata al Governo nel 1840. Principale studio del progetto Mauss era una galleria lunga 12.290 metri, poco più lunga cioè di quella che fu effettivamente costruita, da scavarsi nei punti indicati dal Medail.

Neanche stavolta, però, le cose passaron lisce com'olio. Gli scienziati italiani e stranieri opposero mille dubbî sulla possibilità di forare la montagna con una galleria di quella smisurata lunghezza. Principali obbiezioni erano il gran numero d'anni che avrebbe certamente richiesto il lavoro, e la deficienza d'aria respirabile nell'interno del cavo, dacchè non si poteva pensare all'aiuto dei cunicoli verticali o pozzi, toccando il suolo della galleria la profondità di circa 1600 metri dai dorsi sovrapposti. Se durante lo scavo d'una galleria di poche centinaia di metri — obbiettavano gli oppositori — l'aria penetrata dalla bocca rimane presso che stagnante e resta in breve corrotta dal fiato degli operai, dalle fiamme delle lampade e più specialmente dai gas che produce l'accensione delle mine, è innegabile che in una galleria di eccezionale lunghezza l' inconveniente diventerebbe , coll' avanzar del lavoro , sempre più grave, finchè l'aria viziata spegnerebbe le lampade e farebbe morir d'asfissia i lavoratori.

L'ingegnere Mauss pensò di escludere la più forte causa di corruzione dell'aria, le mine. A tale scopo immaginò e costrusse una macchina munita di molti scalpelli, mossi da robuste molle alternativamente tese da ingranaggi,

ai quali un motore idraulico, posto al di fuori della galleria, imprimeva la necessaria forza mediante una fune di trasmissione. Gli scalpelli, disposti su più linee parallele, sarebbero penetrati a furia di colpi nella roccia, e quindi gli operai, a forza di leve e di cunei di ferro, avrebbero staccati i pezzi rispondenti ai fori fatti dagli scalpelli.

Il Governo ben disposto a far eseguire larghi esperimenti con la macchina Mauss, chiese alla Camera il denaro necessario; ma la Camera lo ricusò, appoggiandosi sulle conclusioni della Commissione incaricata di esaminare la macchina che giudicava molto ingegnosa, ma poco adatta allo scopo. Si ri-

Veduta del Moncenisio da Bardonecchia.

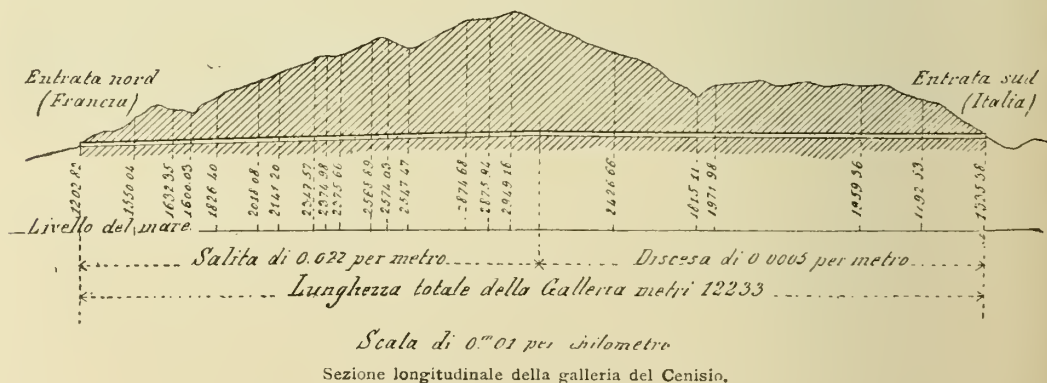
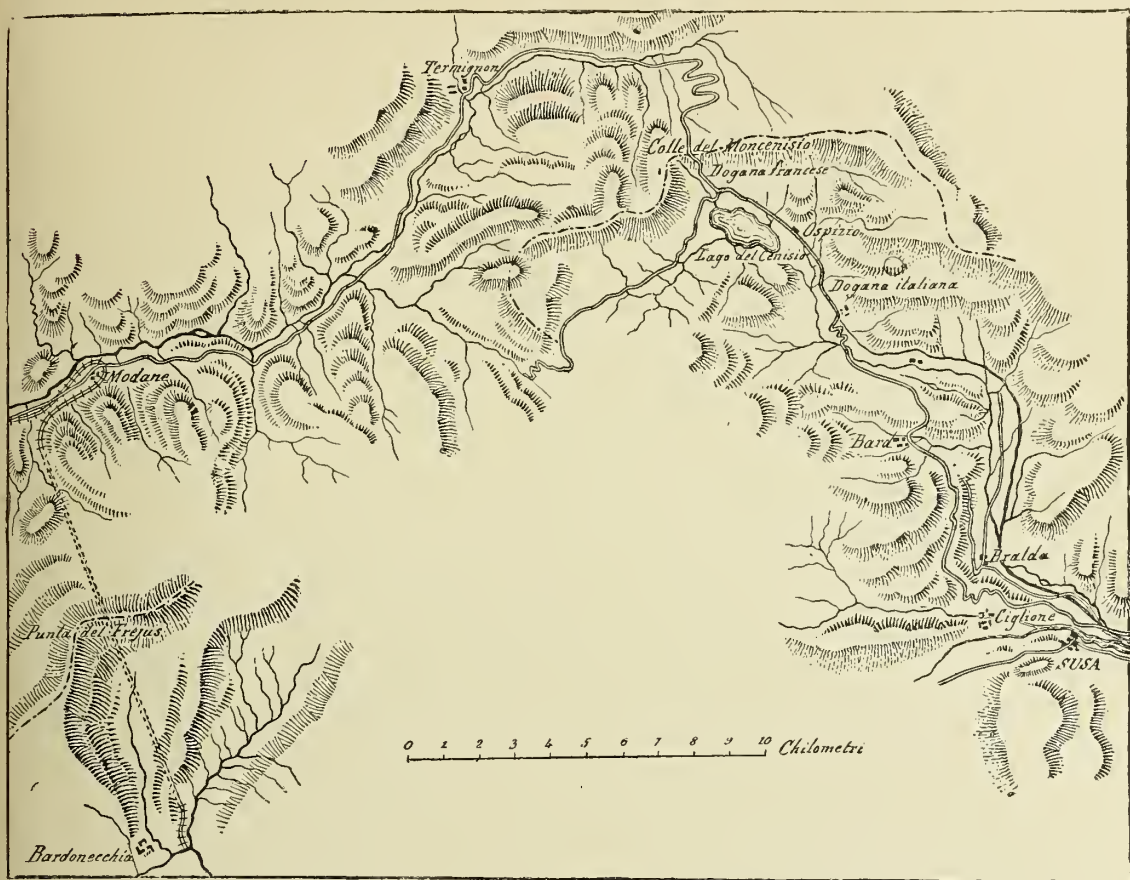
tiene che al rifiuto, correndo allora il 1850, contribuisse in gran parte il poco florido stato finanziario del Piemonte, derivato dalle spese della recente guerra e dall'indennità all'Austria. In tali condizioni il Parlamento non poteva giudicare opportuno l'avventurarsi nel gigantesco lavoro della galleria del Cenisio, che si valutava a quaranta milioni. E il progetto Mauss, come dianzi quello del Medail, fu messo nel dimenticatojo.

Ma il problema era troppo attraente per non appassionare i tecnici, e l'ing. Piatti, tornato da poco da Londra e messosi a studiare il modo di ovviare al principale difetto del sistema Mauss, che era l'uso della polvere, concepì un doppio disegno, basato sull'applicazione dell'aria compressa, che rese pubblico il 12 febbraio 1853 col titolo: *Proposta per la strada ferrata fra Susa e Modane di un nuovo sistema di propulsione ad aria compressa da motori idraulici,*

e abbozzo di progetto per il traforamento delle Alpi (Torino, tip. Castellazzi e Garretti). In quell'opuscolo, ammirabile pel tempo in cui comparve, egli proponeva pel traforo delle Alpi l'uso delle mine, con fori aperti a macchina mediante l'aria compressa spingente un embolo contro uno scalpello; l'uso di molte di tali macchine indipendenti, ma poste sopra uno stesso carro comunicanti al condotto d'aria per mezzo di tubi flessibili; l'applicazione della elettricità per l'accensione delle mine, e quello dell'aria compressa come mezzo di ventilazione; dando inoltre il progetto delle macchine per comprimere l'aria col mezzo di cadute d'acqua, all'esterno della galleria.

Domandato al Governo il giudizio di una Commissione tecnica, questa fu nominata il 29 maggio; ma, prima di dar relazione del progetto Piatti, due membri della stessa Commissione, gl'ingegneri Sommeiller e Grandis, in società col collega loro Grattoni, cui s'era rivolto per primo il ministro dei Lavori Pubblici per sentire un parere intorno allo stesso disegno del Piatti; chiesero un brevetto d'invenzione per la compressione dell'aria col mezzo dell'azione diretta dell'acqua, e per un propulsore idropneumatico, brevetto che fu concesso il 15 gennaio 1854, un anno dopo cioè la comparsa dell'opuscolo del Piatti, le cui idee erano state largamente messe a profitto dai tre soci!

Frattanto l'ingegnere inglese Tommaso Bartlett aveva costruita una perforatrice a vapore e ad aria compressa, per la quale, contrariamente a ciò che aveva fatto l'ingegnere milanese, si affrettò a chiedere il brevetto in Piemonte. Provata a Chambery e a Genova, la nuova macchina, fece meravigliare quanti la videro in azione. Essa, provvista di scalpelli che battevano e giravano nel medesimo tempo, bucava rapidamente le rocce più dure, e la perforazione meccanica sembrava ormai la più agevole cosa del mondo. Tuttavia essa non era usabile nei sotterranei di certa lunghezza, richiedendo l'alimentazione della fiamma nel focolare molt'aria, mentre questa, già rarefatta e viziata verso il fondo del cavo, avrebbe a mala pena supplito al bisogno degli operai.

Sezione longitudinale della galleria del Cenisio.

Allora la società dei tre ingegneri, che, appoggiata da Cavour, aveva ottenuto dal Governo di applicarealla salita degli Appennini, sulla ferrovia Genova-Torino, il sistema proposto dal Piatti fra Susa e Modane, utilizzando un'altra invenzione del ginevrino Colladon e modificando la macchina del Bartlett, costrusse un nuovo congegno perforatore basato in gran parte sui principii esposti da Giovan Battista Piatti.

Schizzo della strada del Cenisio e della grande galleria Bardonecchia-Modane

Il Ministero presieduto da Cavour fece subito buon viso al progetto presentato dai tre Soci, che avevano saputo con ogni arte preparare il terreno; e il 17 Giugno 1856 il Paleocapa, ministro dei lavori pubblici, lo presentò alla Camera, che votò a grande maggioranza un ordine del giorno, col quale sollecitava il Governo a far eseguire le opportune prove e a proporre, se l'esito di quelle fosse stato soddisfacente, il definitivo progetto di legge.

Le prove fatte nel successivo anno, a poca distanza da Genova, costarono salate, oltre a duecentomila lire, ma ebbero un ottimo successo. Vi assistette una Commissione composta dei signori Desambrois, presidente, Giulio, Menabrea, Ruva e Sella. E in seguito al favorevole rapporto dettato dal professor Giulio in data del 5 maggio 1857, mentre vanamente il povero Piatti reclamava giustizia, il Ministero presentò al Parlamento la legge per il grande traforo. Nella discussione che si accese nella Camera dei deputati la maggiore influenza fu esercitata dal generale Menabrea che, con mirabile dialettica, sostenne il progetto dal lato economico, tecnico e politico; e il 29 giugno 1857, con 98 voti favorevoli contro 28 avversi, la Camera sacrò la legge proposta.

Non cessarono pertanto le chiacchere, le obbiezioni, le paure. Si presagiva l'incontro di rocce d'invincibile durezza, di temperature micidiali, d'enormi masse d'acqua, d'abissi senza fondo. I neri pronostici non rattennero

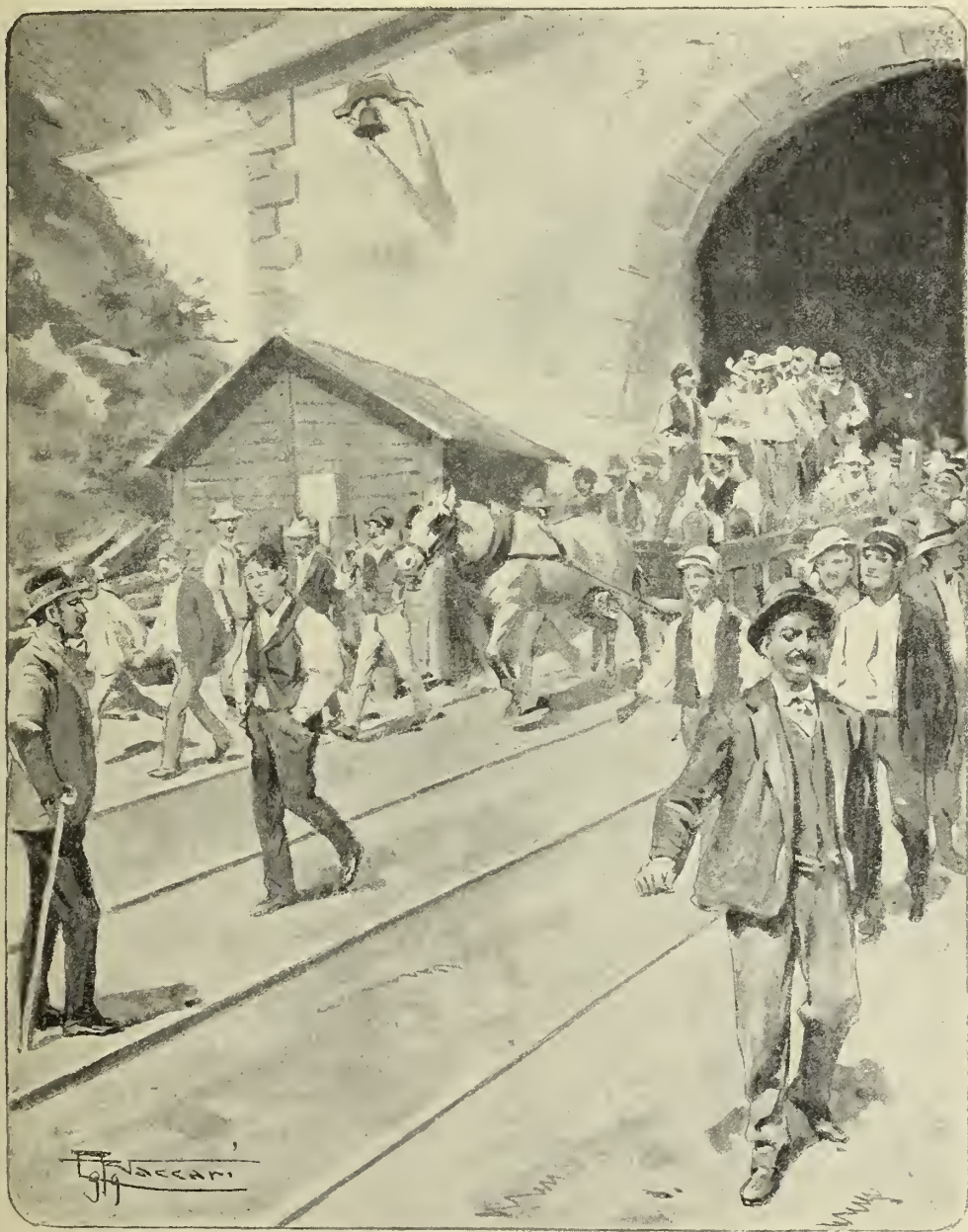
però il Ministero, e il 31 agosto 1857 il Re Vittorio Emanuele inaugurava i lavori col dar fuoco alla prima mina, presso Modane.

Si pose subito mano alle operazioni geodetiche per fissare sui due versanti i punti d'attacco della montagna e l'esatta direzione dei due tronchi affinchè si trovassero da ultimo sulla stessa dirittura. S'era deciso di dare alla galleria l'andamento rettilineo per facilitare i lavori geodetici e aiutare la ventilazione, e una lieve pendenza verso l'esterno a ciascun tronco per eccitare lo scolo dell'acque che avessero potuto sgorgar nello scavo.

La prima mina sul versante piemontese fu accesa il 14 novembre 1857, e su questo lato e sull'opposto s'iniziò tosto la perforazione della montagna, ma coi soli mezzi ordinarî per allora, poichè la preparazione e l'impianto delle macchine di compressione richiedevano un tempo non breve. Intanto, in quelle desolate regioni, dove almeno per la metà dell'anno il ghiaccio e la neve rivestono il terreno, bisognò provvedere alla sussistenza degli operai, il numero dei quali era, per ciascuna parte, di circa 1500 nelle più rigide stagioni e di circa 2000 nell'altre, oltre a quelli dipendenti dai fornitori dei metalli da costruzione, e creare strade di accesso, abitazioni, uffici, polveriere, officine e canali per condurre e utilizzare le acque dei torrenti Arco e Melezet.

Solo il 13 gennaio 1861 nel tronco di Bardonecchia era pronta ogni cosa per il lavoro meccanico, e l'anno successivo nell'altro lato. Fu dunque introdotta in quella galleria la prima perforatrice e cominciò la prova. E qui giova riportare un brano della vivace descrizione fattane nel 1871 dal testimonio oculare Enea Bignami da Bologna: «... Se tu avessi veduto che imbroglio! Non si sapeva come adoperarla... Punta di qua, punta di là, martella, cambia scalpelli, aggiusta e spingi, si riesci a fare qualche buco, e dopo cinque o sei giorni di prove la faccenda camminava bene o male che fosse. Ti dico io che se non vi erano l'ingegnere Borelli, il capo-cantiere Pietro Osiano, l'ingegnere Stefano Boni ed il bravo capo-meccanico belga Louis Carbillet, per davvero si faceva un buco nell'acqua. Se eravamo impacciati a lavorare con una perforatrice, ti lascio immaginare di quanto aumentasse l'imbroglio quando se ne misero due, e giungesse poi al colmo allorchè il Borelli, bello e ardito come un Achille, ne volle mettere quattro! In quello stretto budello non vi era modo di muoversi. Il chiasso stridente di quei demonietti assordiva gli operai: non sentivano gli ordini dati; Borelli non riusciva a farsi intendere nè a segni nè a voce; tutti manovravano a rovescio... Borelli gridava, si dimenava; ma, sodo come il granito, non s'impazientava mai. Gli scalpelli, per colpa delle false manovre, saltavano come le punte delle matite nelle mani di maldestri scolari disegnatori.

« Come si anderà avanti? Davvero che nessuno lo sapeva, e ti confesso che, in quanto a me, tenevo per fermo che avanti non ci si andasse nè punto nè poco. Nelle prove però si erano avvertite alcune mancanze e pensato ai rimedii; per otto giorni si stette fermi e si modificarono molte cosuccie; ed il Borelli trovò nel capo-officina Camillo Terroux un aiuto prezioso. Se il colto pubblico non fosse tanto ignorante, quanto sarebbe più giusto verso gl'inventori di macchine e di coloro che v'introducono utili variazioni e sudano sangue per applicarle la prima volta! Ma certi babbei s'immaginano che l'inventore le trovi sognando e che, eseguito un bozzetto, tutto sia fatto!...»

Passarono quasi otto mesi prima che si riuscisse a riparare in gran parte ai difetti del nuovo sistema e a regolare utilmente il lavoro, e in tutto quell'anno lo scavo della galleria sul versante italiano procedette appena di m. 170, fu cioè notevolmente minore di quello eseguito nel precedente anno coi mezzi or-

Imbocco della galleria del Frefus durante i lavori.

dinarî. L'avanzamento però fu più che doppio nell'anno susseguente, e appresso, per le continue e vantaggiose modificazioni apportate dagl'ingegneri Borelli e Sommeiller ai meccanismi, aumentò d'anno in anno fino alla fine, eccetto quando vi si oppose l'eccezionale durezza della roccia.

I lavori, sotto la direzione degl'ingegneri Grattoni e Sommeiller, furono

fatti a tutto il 1867 per conto immediato del Governo; ma questo, collo scopo di accelerarli, concluse al termine di quell'anno un contratto d'appalto coi suddetti ingegneri, i quali si obbligarono a compirli, come avvenne in effetto, prima che spirasse il 1871, al prezzo di lire 4717 per ogni metro lineare.

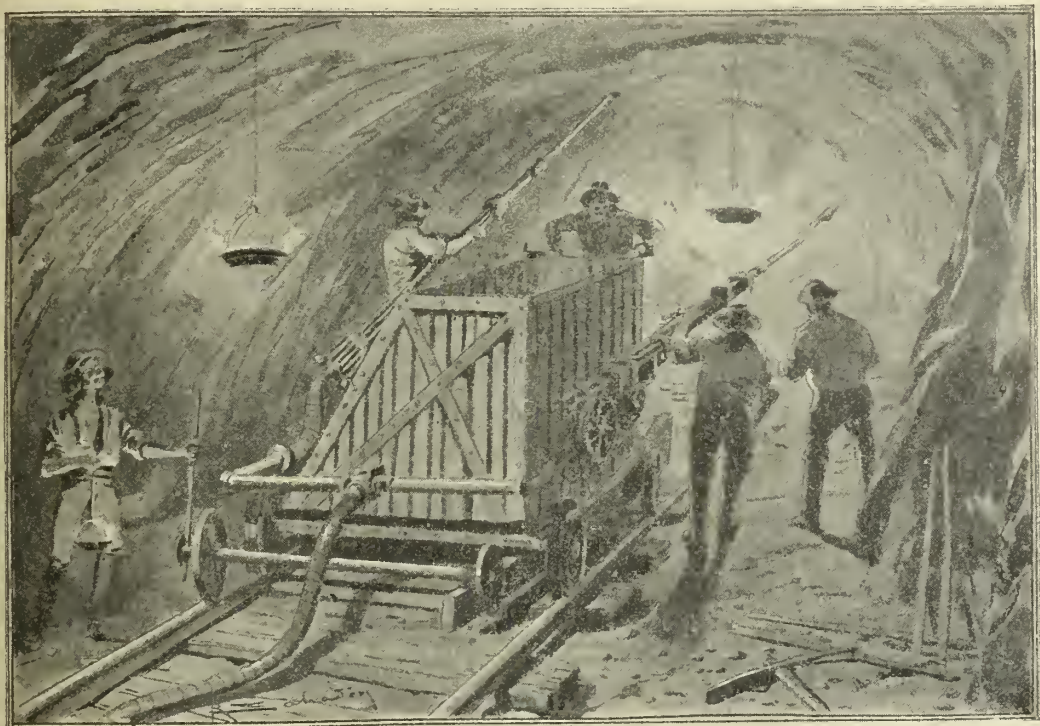
Il seguente quadro presenta l'avanzamento annuale dei due tronchi:

Anni	Qualità del Lavoro	Tronco di Bardonecchia		Tronco di Modane	
1857	A mano	Metri 27.28	.. 725.00	Metri 10.80	.. 678.00
1858		» 257.57		» 201.95	
1859		» 236.35		» 132.75	
1860		» 203 80		» 139.50	
1861		» —.—		» 193.00	
1861	Meccanico	» 170.00	.. 6355.25	» —.—	.. 4475.30
1862		» 380.00		» 243.00	
1863		» 426.00		» 376.00	
1864		» 621.00		» 466.65	
1865		» 765 30		» 458.40	
1866		» 812.70		» 212.29	
1867		» 824.30		» 687.81	
1868		» 638.60		» 681.55	
1869		» 827.70		» 603.75	
1870		» 889.45		» 745.85	
		Totali Metri	.. 7080.25		5153.30
					7080.25
		Totale lunghezza complessiva Metri			.. 12233.55

E qui giova notare che se i lavori, eseguiti a mano per i primi quattro anni nel tronco verso Bardonecchia e per i primi cinque nel tronco verso Modane, si fossero sempre fatti con quello stesso sistema, non avrebbero toccato il termine che al trentesimo anno. Coll'uso delle macchine poterono invece esser compiuti in poco più che tredici anni.

Sul versante italiano la caduta del torrente Melezet aveva da prima servito a condensare una bastevole quantità d'aria nei *compressori a colonna,* ma dal lato di Modane la caduta del torrente Arco non era sufficiente ad esser in modo analogo vantaggiosamente impiegata. Fu allora che il Sommeiller adottò colà, con felice risultato, i *compressori a tromba,* che erano una derivazione degli studi del Piatti e che furono più tardi messi in opera anche sull'altro versante, quando cioè vi si manifestò il bisogno d'una maggior quantità d'aria compressa. Dai compressori l'aria compressa passava nei serbatoi, dai quali si spiccava un condotto composto d'una serie di tubi di ferro ermeticamente riuniti che metteva capo verso l'estremo dello scavo, e veniva successivamente allungato secondo l'avanzamento di quello. Dalla bocca poi del condotto si diramavano più tubi di guttaperca che, mediante il potente soffio

dell'aria compressa fornita dal condotto, facevano agire le perforatrici e rinnovavano l'aria corrotta.

Un carro-affusto formato da sbarre di ferro e scorrente su guide pure di ferro sosteneva le perforatrici, ciascuna delle quali era composta di un cilindro contenente uno stantuffo che, col mezzo d'opportuni congegni, l'aria compressa spingeva a vicenda e rapidamente innanzi ed indietro; e un gambo munito alla cima d'un robusto scalpello e sporgente dallo stantuffo, al quale era solidamente collegato, percoteva così a replicati e spessi colpi la roccia e vi s'internava ognor più. E l'aria compressa, dopo aver dato l'impulso alla

Cenisio: Le ultime perforatrici della galleria d'avanzamento.

perforatrice, si espandeva a volta a volta nella galleria sostituendosi a quella viziata. In pari tempo, una pompa, mossa egualmente dall'aria compressa, immetteva a brevi intervalli un getto d'acqua nei singoli fori da mina, per impedire il soverchio riscaldamento e per isbarazzarli dai frantumi lasciati dagli scalpelli, che avrebbero scemata l'efficacia dei colpi successivi.

In sei ore la roccia rimaneva crivellata da circa cento fori del diametro di quattro centimetri e profondi ottanta. Si lavavano allora i fori mediante la pompa, si rasciugavano con un forte getto d'aria, e si faceva retrocedere d'un centinaio di metri il carro delle perforatrici che veniva difeso, insieme cogli operai, da un robusto assito ferrato contro i frammenti che lo scoppio delle mine avrebbe potuto lanciare fin là. Subentravano immediatamente i minatori, ficcavano nei fori le cartucce già preparate e davano fuoco a otto per volta alle mine, cominciando da quelle dei fori centrali, per produrre la breccia di sfogo, e riparandosi in tempo dietro all'assito. Appena compiuta

tale bisogna, si apriva la bocca del condotto metallico e l'erompente aria com-
pressa liberava in breve il sotterraneo dal fumo e dai gas prodotti dalla com-
bustione della polvere.

Ai minatori succedevano gli sgombratori che raccoglievano su carrettin
i rottami fatti dalle mine, spingevano i carrettini su rotaie ausiliarie fin dietr
all'affusto delle perforatrici, per riempire di quel materiale gli appositi car
tirati da cavalli, che li trasportavano fuor della galleria.

Aggiustato alla meglio il tratto così aperto, e prolungati, al bisogno
binari e i condotti dell'aria e dell'acqua, si spingeva di nuovo il carro dell
perforatrici verso l'esterno del sotterraneo e ricominciava l'attacco con alt
operai, poichè il compito d'ogni squadra durava otto ore, mentre gli opera
precedenti uscivano a riveder le stelle.

Frattanto, un gruppo di minatori, nei tratti appena scavati, mediante l
macchine e le mine, dava con i mezzi ordinari al sotterraneo l'ampiezz

La ferrovia del Cenisio al Ponte di Nant.

e la figura volute, e a mano a mano il suolo veniva provvisto del doppi
binario definitivo.

Il numero delle perforatrici disposte sull'affusto per agire contempora-
neamente fu nei primi anni di nove, ma nel '67 si ridussero a sette. A Mo-
dane se ne impiegarono sino ad undici, ma poi furono anch'esse ridotte
tre. Sino a metà del 1866 non si applicarono le macchine che per lo scav
della piccola galleria; ma all'inizio del 2.° semestre per l'allargamento dell

galleria medesima si mise in opera un nuovo affusto con cinque perforatori. Nel '68 se ne misero due, poi cinque, poi otto, poi quindici e fino a diciasette, mentre a Modane ne lavoravano di nuovo undici simultaneamente. Ogni mezza dozzina di perforatori reclamava il lavoro di una trentina di uomini.

Torino: Monumento del Frejus

Col prolungarsi della galleria i getti d' aria compressa non bastavano più a mantenere verso l' estremo la respirabilità dell' aria, e perciò fu il cavo diviso in due piani col mezzo d' un assito orizzontale, che dall' imboccatura si protendeva fino a poca distanza dal fondo, formando così una specie di grosso tubo contermina-to dall' assito e dalla parte superiore della galleria. Oltre a ciò un grande ventilatore, messo in azione dall'aria compressa, era all'imbocco ed aspirava di continuo dal tubo l'aria viziata, promovendo per conseguenza in senso inverso e nella parte inferiore del cavo, una perenne corrente d' aria fresca che passava poi per il vano lasciato dall' assito e veniva a sua volta aspirata dal ventilatore.

Dal punto di vista del minatore il traforo si compì in condizioni notevolmente favorevoli. Le rocce rinvenute di mano in mano, procedendo verso la Francia, si succedettero nel seguente ordine: Calcari bigi scistosi venati di quarzo bianco e carbonato di calce verso Nord est, circa m. 6400; banchi alternati di calcari cristallini più o meno dolomitici, m. 340; quarziti compatti in banchi molto raddrizzati, m. 400; banchi di arenarie e scisti neri molto contorti, m. 2100. In totale 12240 metri, fra i quali soltanto i 400 di quarzite opposero un più duro ostacolo. Le acque di filtrazione e quelle di sorgente furono minime: nei 7076 metri dal lato italiano si misuravano, il giorno dell'incontro, soli tre litri d'acqua perenne per ogni minuto secondo.

La galleria del Cenisio va dal 22° nord-ovest, al 22° sud-est. La sua lunghezza in linea retta, come risulta dal precedente quadro, è di 12233.55 me-

tri; il portale presso Bardonecchia è a m. 1202 sul livello del mare; quello di Modane a m. 1335, sicchè vi è una differenza di livello di 133 metri. La pendenza è minima dalla parte sud, cioè 0,0005, un po' più rilevante dalla parte nord-est, cioè 0,025. La galleria per l'esercizio descrive alle due estremità due piccole curve di circa 1211 metri complessivi. Essa fin dal principio fu rischiarata da lampade a gas poste ad ogni 500 metri con l'indicazione della distanza chilometrica: il treno impiega a percorrerla circa 25 minuti.

Secondo l'epilogo dei lavori e del movimento di materiali fatti dal precitato sig. Bignami, i rifiuti di scavo trasportati dal 31 agosto 1857 al 24 dicembre 1871, giorno che precedette la caduta dell'ultimo diaframma, avrebbero formato un cumolo di metri cubi 800.000. Per trasportarli occorsero 40.000 galeotte. La galleria, salvo un piccolissimo tratto, ove la roccia è molto dura, fu rivestita in muratura dello spessore variabile dai 70 agli 80 cm. adoperandovi 120.000 metri cubi di pietre conce e circa 16 milioni di mattoni. La calce raggiunse invece le 10.000 tonnellate. La lunghezza complessiva dei buchi scavati era di oltre 3.500.000 metri. La polvere immessa nelle mine era di oltre un milione di chilogrammi. Con essa si sarebbero potuti preparare 233 milioni di cariche di gr. 4.50, e si sarebbero potuti sparare 50.000 colpi di fucile al giorno per tredici anni. E nel calcolo, non entrarono certamente i 12 mila chilogrammi distrutti in un sol giorno, il 6 novembre 1865, per lo scoppio fatale della polveriera di Bardonecchia, che aggiunse una dozzina di vittime alle tante già mietute dal colera, manifestatosi il 25 ottobre 1865, dalle febbri e dall'anemia, nel duro lavoro sotterraneo.

Milano: Statua del monumento a G. B. Piatti.

Nella legge per l'esecuzione del traforo del Frejus la spesa era stata sommariamente calcolata di lire 41.400.000, ma invece ascese a circa 75 milioni. Però, dopo la cessione di Nizza e Savoja, il Governo francese s'impegnò a versare 19 milioni purchè i lavori fossero terminati entro venticinque anni

e a pagare un premio di 500.000 lire per ogni anno che il compimento avesse preceduto quel termine, e di 600.000 lire, se mai l'opera fosse finita in meno di quindici anni, per ogni anno risparmiato su quelli. E i lavori, come si è detto, furono ultimati in poco più di tredici anni.

« La spesa superò il preventivo » — scrisse il generale Menabrea — « ma ferita d'oro non è mortale. Lo scopo è raggiunto e i milioni spesi saranno

Caro Ingegnere,

Se l'anno 1860 è trascorso senza che siasi potuto attivare il sistema perforatore al Moncenisio non è motivo sufficiente perchè Ella lasci che il 61 cominci e s'innoltri senza più pensare a me. Questa sua dimenticanza mi accora. Venga quindi a vedermi e troverà che la mia fede non è ancora abbattuta e che la mia amicizia per lei non è scemata a motivo degli impreveduti ostacoli che l'Erculea sua impresa ha incontrato.

Suo aff.
C. Cavour

11 gen.

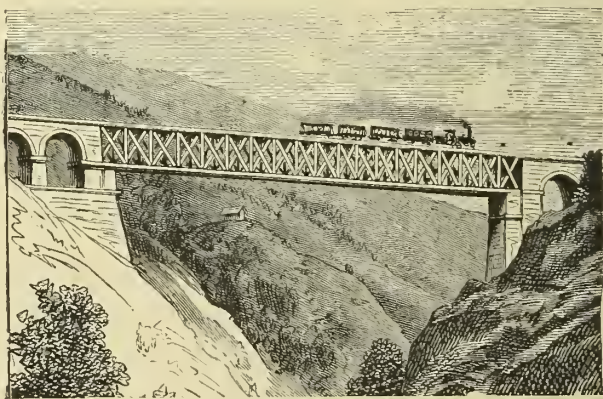
Fac-simile di un biglietto di Cavour all'ing. Grattoni a proposito del Cenisio.
(Dal vol. di E. Bignami: *Cenisio e Frejus*).

largamente compensati dalla ricchezza che si svilupperà, specialmente nelle provincie subalpine, col movimento commerciale accelerato da questa nuova via di comunicazione ».

Della stessa opinione era la stampa di tutta Europa. Un giornale inglese affermava che l'impresa del Cenisio, per le conseguenze, era paragonabile a quella del Canale di Suez e della ferrovia del Pacifico. « L'uomo che realizzò l'unità italiana — scriveva quel giornale — fu nell'istesso tempo il primo ad immaginare (voleva forse dire « a concretare ») l'unione delle ferrovie italiane a quelle continentali perforando le Alpi. Torino può vantarsene, ma tutta Italia

deve rallegrarsi di questo trionfo. Fu una combinazione felicissima che, appunto nel tempo in cui l'Italia s'impossessò nuovamente della sua antica Capitale, si compisse pure quell'impresa, mercè la quale erano ormai superati i baluardi alpini ». E aggiungeva enfaticamente; « . . . Da Giulio Cesare a Napoleone I, da Virgilio a Dante, da Dante all'Alfieri, dall'imperatore Augusto a Cavour, da Cristoforo Colombo all'ingegnere che perforò il Frejus, fu sempre un privilegio dell'Italia di dare all'Europa i più grandi soldati, poeti, uomini politici, scopritori e creatori ! . . . ».

A ricordare l'avvenimento e a perpetuar meglio la memoria degli autori dell'opera titanica, Torino ha innalzato nella piazza dello Statuto, un monumento ideato dal conte di Panissera. È un blocco marmoreo simbolizzante l'alto colle che si è attraversato con le vittime del penoso lavoro, e sormontato da un genio, il genio della Meccanica, che grida principalmente tre nomi; *Sommeiller*, *Grattoni* e *Grandis.* Ciò dimostra che neanche dopo morto si volle dar tregua allo spirito agitato dell'infelice Piatti col riconoscergli almeno parte di quei meriti, per i quali egli aveva tanto sofferto. A nulla valsero le querimonie dei suoi ultimi anni; a nulla le parole di Carlo Cattaneo affermanti che il traforo del Cenisio si doveva specialmente a *un lampo di genio* di Giovanni Battista Piatti.

« Così è delle umane cose ! — esclama il Bertani — Piatti morì quasi ignorato nelle tribolazioni e povero, e di ciò mi conforta il pensiero che i suoi successori abbiano avuto miglior fortuna ». Sì — aggiungeremo noi — e che i Milanesi abbiano generosamente saputo riparare alla dimenticanza con un altro più modesto, ma più sincero monumento alla sua memoria.

Il ponte di Combascura, nella ferrovia del Cenisio.

Treno espresso della linea del Gottardo.

ATTRAVERSO IL GOTTARDO

Un viaggio ideale — La linea del San Gottardo — Impressioni e ricordi storici — Le Gallerie elicoidali — Ne cuore delle alpi — I propugnatori della Galleria — Studi e dispute — Svizzera, Italia e Impero germanico — I lavori — Luigi Favre e i suoi cooperatori — I vari metodi di perforazione — Le difficoltà geologiche — Le inondazioni — La morte e il ritratto di Favre — L'inaugurazione.

La linea ferroviaria del San Gottardo — come nessuno ignora — è una delle più meravigliose di tutto il mondo, e non già per la sua estensione, che è solo di circa 165 chilometri, sibbene per la varietà delle scene che presenta, gaie a vicenda e paurose, sempre imponenti, e per la quantità e l'importanza delle opere d'arte, fra le quali è principalissima la famosa galleria che è la più lunga delle esistenti.

È su quella linea che il compiacente lettore ci seguirà ora, rapidissimamente, con una velocità assai maggiore del treno che la percorre tutta, dalla stazione di Rothkreuz, dove convergono le linee di Zurigo, di Lucerna e di Zug, in avanti, fino ai confini della patria nostra, più avanti ancora, fino a Chiasso.

Ecco: superate le colline che separano la vallata della Reuss dal bacino del lago di Zug, tocchiamo subito Immensee, prima stazione del Gottardo, e nelle cui vicinanze è la cappella innalzata a Tell, l'eroe leggendario, sul posto ove cadde il tiranno colpito dalla freccia . . .

Che imponenza di panorama ! A sinistra, il lago azzurreggiante, come il cielo, col poetico villaggio di Arth, sulla sponda, verso mezzogiorno, e quello di Walchwyl sul pendio di fronte, e scacchi di giardini dal verde intenso, e

praterie larghe e mareggianti; a destra, gli scoscesi fianchi del Righi, il maestoso Righi, l'indimenticabile Righi . . .

È precisamente lungo il declivio inferiore di questo celebre monte che ci trasporta l'affannante demonio di fuoco: poi ci eleviamo alquanto; passiamo al di sopra del villaggio di Arth, dal porto animatissimo, formicolante di *touristes* che pregustano l'ebbrezza dell'ascensione a piedi o in funicolare; sostiamo un momento alla stazione di Arth-Goldau. Scopriamoci. È in questo punto che il 2 settembre 1806 precipitò una frana del monte Rossberg e distrusse cento edificii, e seppellì 457 persone! Attraversiamo appunto il campo della frana, sparso di massi, che sembrano tuttavia mal equilibrati e destano tristezza e paura.

Ed ecco il piccolo lago di Lowerz in mezzo al quale si eleva l'isoletta calcare di Schwanau con un'antica rovina al sommo e con una cascina e una cappella mezzo nascoste dagli alberi. Il lago è lungo appena tre chilometri e poco profondo essendo stato in gran parte invaso da un'altra frana, quella di Goldau. Ed ecco il bel villaggio di Steinen, terza stazione della linea e patria di Werner Stauffacher, in onore del quale fu eretta nel 1400 una cappella, tuttora esistente, decorata di pitture che illustrano i principali fatti della sua vita.

Luigi Favre.

All' estremo del lago troviamo la stazione di Schwyz-Seewen. Schwyz è il capoluogo del cantone omonimo; Seewen, più prossimo alla stazione, un villaggio con sorgenti ferruginose e bagni frequentati. Due massi di rocce colossali, i Mythen, dominano la vallata tutta circondata da monti, eccetto verso ponente in corrispondenza dei laghi di Lowerz e dei Quattro Cantoni, e i raggi dardeggianti per quelle breccie dal sole, presso al tramonto, producono larghi e stupefacenti effetti di luce. In cima ad uno dei Mythen spicca l'edifizio che serve a un tempo di rifugio e di trattoria, nelle lunghe tappe montane.

Altri quattro chilometri e perveniamo alla stazione di Brunnen, sul lago dei Quattro Cantoni. In questo tratto la campagna, in dolce pendìo, è tutta una prateria che pare un giardino, e, arrampicato su una collina, verso sinistra si scorge, passando, il villaggio d'Ingenbohl, nel quale sorge il principale stabilimento di padre Teodosio.

Dove una più incantevole veduta? Il lago ci sorride, dal basso, lucido come uno specchio, bizzarramente frastagliato a golfi e seni, internantesi nella pianura di Stanz, ove le industrie minerarie e agricole sono prosperose e re-

muneratrici. Al fondo, sulla destra, s'innalza gigante l'Urirothstock con la sua corona di ghiaccio; presso alla riva di fronte il Mythenstien, enorme masso piramidale ritto sulla sua base, monumento naturale consacrato a Schiller (vi è scolpito infatti a grossi caratteri d'oro: *Al Cantore di Tell — Federico Schiller — i cantoni primitivi* — 1859); e più lontano, verso il mezzodì, il Rütli, altipiano ondulato, ad una sessantina di metri sopra il livello del lago, e attorniato da erti e boscosi pendii; la sacra prateria divenuta proprietà nazionale dopo che, come narra la leggenda, i montanari di Uri, Schwyz ed Unterwald convennero ivi a cospirare per la libertà della patria; e a qualche centinaio di metri più su il grande albergo Seelisberg; e appresso ancora le rocce a picco nel lago precipitanti da più che 400 metri di altezza; e infine, in una insenatura, il grazioso villaggio di Bauen che ha solo accesso dal lago e dagli ardui viottoli tracciati sulla china delle montagne.

Inaugurata la serie delle gallerie con quella di Arth, lunga 200 metri, dopo Brunnen succedono rapidamente quelle di Gütsch, Mytenstien, Hochfluh,

Veduta di Goschenen con la linea del Gottardo

Franciscus ed Oelberg, l'ultima delle quali, di metri 1933, è la più lunga di tutta la linea, esclusa la gran galleria del Gottardo; e si arriva alla stazione di Sisikon, piccolo villaggio sul lago stesso, allo sbocco della gola di Rienenstalden. Appena dopo, è la galleria della Cappella di Tell, un secondo monumento in memoria dell'eroe, e proprio nel punto — dicono — dov'egli si slanciò dalla barca di Gessler, ricacciandola indietro con un colpo di piede;

e poco lungi la galleria d'Axenberg e di Sulzeck. Siamo già di fronte alla pittoresca entrata della valle d'Isenthal e il gigantesco Urirothstock si va sempre più avvicinando. Ed ecco Fluelen, ultima stazione sul lago dei Quattro Cantoni, il più animato villaggio dell'antica via del Gottardo. Prima che s'iniziasse il servizio della ferrovia, la strada carreggiabile cominciava appunto colà, sicchè vi affluivano incessantemente i viaggiatori e le merci dal lago.

Anche ad Altdorf, amena borgata e capoluogo del cantone di Uri, si serba il ricordo di Guglielmo Tell. Quei semplici montanari additano pieni d'orgoglio, la piazza in mezzo alla quale il Gessler fece piantare la pertica col cappello piumato e la statua del liberatore. La valle all'intorno, formata dalle alluvioni della Reuss, è alquanto paludosa in prossimità del fiume, ma fertile e ben coltivata nel rimanente e sparsa di rigogliosi alberi fruttiferi. Il quadro è completato da vari villaggi e da un superbo sfondo di cime più o meno elevate e biancicanti.

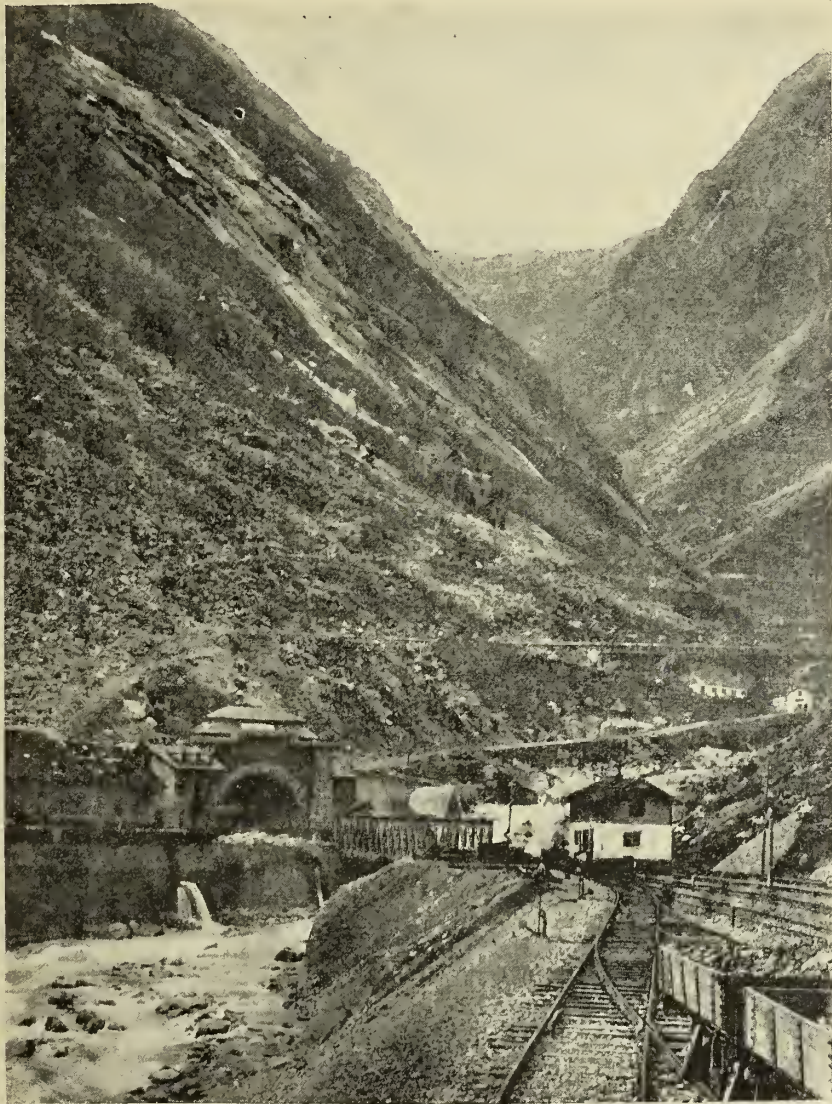
Il ricordo di Guglielmo ci segue ancora. Varcato il torrente Schochen, presso il suo sbocco nel Reuss, su un'altura in capo alla valle, per la quale precipita spumoso il torrente, si scorge il villaggio di Burglen, che, secondo la tradizione, fu la culla dell'Eroe. Fu proprio in quel torrente che Tell immolò la sua per salvare la vita d'un imprudente fanciullo. Più innanzi è Schaddorf; le alture coronate di pini, dominanti una stretta prateria il cui verde è ravvivato dalle chiare e fresche acque che scaturiscono dalle rocce a ridosso. È là che il popolo d'Uri tiene assemblea a ciel scoperto, la prima domenica di maggio e discute i conti dello Stato, nomina i magistrati, vota sui progetti di legge.

Abbiamo divorati altri due chilometri. Di fronte si restringe il villaggio di Erstfeld, mentre a destra s'apre la valle Erisfelderthal dominata dai monti Spannerter e Schlossberg, dai quali spicciano saltellanti cascate che si riuniscono al basso in piccoli laghi. Lontano giganteggia e sembra chiudere la gran valle del Gottardo, l'immessa piramide del Bristenstock, vestita di foreste fino a metà dell'altezza, nuda superiormente, dove ai pascoli succedono le roccie ognora più selvagge, mentre brilla da una spaccatura un magnifico ghiacciaio d'argento. Al vespero, quando la valle è tutt'ora in ombra, il Bristenstock, immerso in mare di luce dorata, appare a noi come un'evocazione fantastica.

Qui un'altra sosta più lunga. Siamo alla stazione di Erstfeld e bisognerà sostituire alle ordinarie le più potenti locomotive di montagna; poichè la linea, sviluppandosi fino a questo punto con lieve salita sul fondo piano della vallata, andrà in seguito più sensibilmente elevandosi, lungo il versante orientale.

Nel successivo tratto vediamo su d'una collina, una rovinosa torre, avanzo del castello Twing-Uri che Gessler fece costruire al tempo della congiura di Rütli. Più innanzi ci sprofonderemo nella gola di Maderan, dalla quale sfugge un grosso torrente per gettarsi tosto nella Reuss. Sulle due rive del torrente vicino al suo sbocco nel fiume, sorge il primitivo e simpaticissimo e delizioso villaggio di Amsteg. Il nostro treno segue il piede del Bristenstock, la cui vetta si scorge a fatica, e attraversa la gola di Maderan su d'un altissimo ponte di ferro sostenuto da un pilone centrale e spalle di muratura.

Da questo punto, a brevi intervalli, trovansi le maggiori e più importanti opere della linea, e si passa di meraviglia in meraviglia. Da ogni parte si

drizzano al cielo le mastodontiche masse delle montagne. Fra Amsteg e Gurtnellen, su d'una lunghezza cioè di otto chilometri, valichiamo ponti slanciati a vertiginose altezze su gole aspre e burroni, e percorriamo le gallerie di Windgalle, Bristenlaui I e Bristenlaui II, Intschi, Zgraggen, Breiten e Meitschlingen; ed altre quattro dopo Gurtnellen, che si spiega su un verdissimo declivio. Non

La grande galleria presso Goschenen.

tutte coteste gallerie furono richieste dalla tecnica, essendo state varie d'esse scavate per la salvezza dei treni, dalle frequenti lavine e dalle rotolanti valanghe.

Per superare la notevole differenza di livello della ferrovia fra la stazione di Gurtnellen e l'imbocco della gran galleria del Gottardo, senza dare all'erta una ripidezza eccessiva, si prolungò la linea mediante ampi serpeggiamenti e la s'incurvò alle rivolte in gallerie elicoidali, o *en tire-bouchon,* vero trionfo dell'arte, alle quali precedentemente accennammo, occupandoci della ferrovia del Semmering.

La prima galleria elicoidale è quella di Pfaffensprung, lunga metri 1485, che sale col 23 per mille, in maniera da superare dall'ingresso all'uscita, l'altezza di metri 34.15; sì che il treno sbuca presso allo stesso punto della valle che ha toccato all'internarsi nella galleria, e passa all'aperto sopra la linea che ha percorsa sotterra. Qui procediamo verso la Reuss, per attraversarla su di un ardito ponte metallico, donde ne scorgiamo, più in alto, due altri sullo stesso burrone; avanziamo ancora un tratto, verso il mezzodì, per entrare nella galleria di Wattingen che, sviluppandosi anch'essa in linea circolare, supera metri 23.20, e ci guida, all'uscita, in direzione opposta a quella dell'entrata. Ed eccoci a valicare il secondo ponte. Penetrati nella galleria a spirale di Leggistein, che supera metri 25.20, usciamo nell'opposta direzione per ripassare la Reuss sul terzo ponte, e andiamo avanti, sempre avanti lungo il pendio. Sembra un enorme giochetto meccanico!

Il ponte di Faido e la galleria di Palmengo.

Nei tronchi compresi dalle tre gallerie elicoidali vi sono poi quelle rettilinee e più piccole di Mühle, Kirchberg, Rohrbach e Strahlloch.

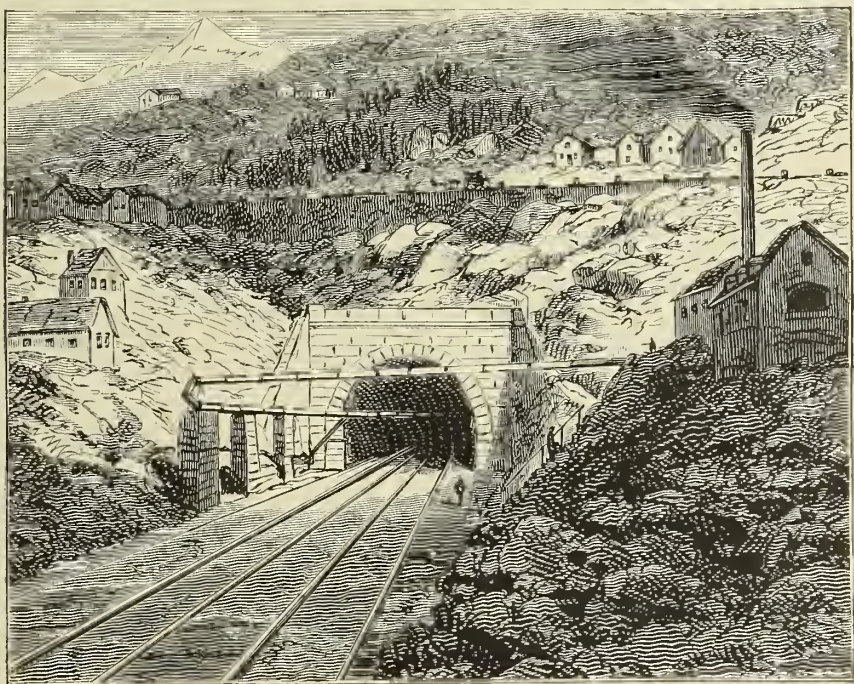
Alla Galleria di Wattingen si annette un altro ben triste ricordo. Durante la costruzione, rovinò in parte, e ne rimasero schiacciati parecchi operai. Il progresso non è mai immune di numerose vittime!

Fra le gallerie di Wattingen e di Leggistein troviamo la stazione di Wassen, vasto villaggio annidato in una concavità del terreno interposta alla collina, su cui spicca la rustica chiesetta parrocchiale che ben sette volte appare allo sguardo del viaggiatore; e la retrostante montagna. Poco dopo la terza galleria elicoidale, trovasi quella di Mayenkrez, e più innanzi quella di Naxberg. Varcato un ultimo ponte sulla Reuss, arriviamo alla stazione del villaggio di Göschenen, che si spiega in semicerchio su d'un altipiano più o meno fertile; e poco dopo all'ingresso della gran galleria. È lunga 14900 metri e per percorrerla s'impiega meno di mezz'ora. Che emozione in questo immenso budello nero! Si prova una indefinibile sensazione di terrore, e mentre il rumoreggiar delle ferramenta s'incupisce sempre più, le idee si confondono stra-

namente. Che bizzarro effetto, quei poveri cantonieri tinti in rosso dalla lampada viva, e precipitanti immobili nel senso inverso della corsa del treno... E che ridente vallata appena fuori, coi declivî sparsi di prati e di pascoli e coronati d'abeti!

Al fondo, sotto la conquista gialla dal sole, sta il villaggio, l'ameno, il saluberrimo villaggio d'Airolo. Un gran movimento vi si notava prima della ferrovia, per il grande numero di vetture e di carri che salivano o scendevano la strada carreggiabile; esso aumentò durante i lavori della galleria; si spense quasi a lavori compiuti, anche prima della minaccia dell'ultima frana.

Qui, il treno, scendendo per la vallata, attraversa su di un arditissimo ponte a graticcio la gola di Stalvedro, in fondo alla quale si snoda, fra pareti di rocce a picco il Ticino, entra nella galleria di Stalvedro, sbuca nel bacino di Quinto. Il primo villaggio in cui ci s'imbatte, è quello di Piotta, dalle case di legno, e successivamente Altanca, Ronco, Deggio, Callo, e Laurenco, arrampicati sui fianchi della valle, ove s'avvicendano terreni a coltura, prati, pascoli, e Quinto, il maggiore fra tutti, addossato alla montagna e costruito anch'esso in legno, simpaticamente, con case spaziose e con l'alta chiesa nel centro.

A qualche chilometro da Quinto la valle si restringe, ed entriamo nella gola di Dazio Grande o del Monte Piottino, una delle più profonde, più selvaggie e più pittoresche dell'Alpi Svizzere. All'entrata valichiamo su di un bel ponte il Ticino, per internarci subito nella galleria che mena al grazioso villaggio di Freggio. Non godremo a lungo lo spettacolo della interessante gola per la galleria elicoidale cui dà nome il precedente villaggio e che è lunga 1568 metri. Un altro ponte, sul Ticino; un'altra breve galleria elicoidale, a Prato, poi la valle di Faido esuberantemente ricca di gelsi e di castagni.

Ingresso della grande galleria del Gottardo durante la costruzione.
(Da un'incisione dell'epoca).

Altro clima, altro cielo, altra natura; par d'essere in Italia. Di sotto ai pascoli, verso le vette, tutto un nuovo rigoglio negli alberi dai tronchi colossali, nei vigneti bassi e pieni d'umore, nei seminati varii e fecondi di benessere.

Faido, il principale centro della Levantina, mostra un curioso miscuglio di costruzioni svizzere e italiane: le piccole case di legno si alternano coi grandi edifizi di pietra, adorni spesso di fregi e di colonne. La bella chiesa, di costruzione moderna, non ha punto che fare con quelle della Svizzera tedesca. Stupenda la prossima cascata del Torrente Piumegna, come ridente la vista, ai lati, della valle di Osco, Mairengo, Calpiogna, Primadengo, Chinchengo, Figgione, Rossura, e Chiggiona, suggestivi cantucci pel fiorire degli idillii... Un'altra cascata troviamo a Lavorgo, di fronte al villaggio detto di Cribiasca. Canto anch'essa di fresche delizie, nell'afa estiva; anch'essa è ispiratrice d'amori e di poemi frescamente silvestri.

Questa è la gola della Biaschina, con ponti, terrapieni, gallerie elicoidali di Piano Tondo e di Travi, presso che poste l'una sull'altra; siamo a Giornico, ed ecco lì ancora, fresco, schiumoso, scintillante al sole come una lunga miniera di diamanti, il Ticino. Giornico è sulla riva destra del fiume: vi si notano avanzi di antiche fortificazioni e una vecchia chiesa. Le viti con larghi ed estesi pergolati coprono interi campi alla base delle montagne; i contadini, cantano speranzosi della vendemmia, gli uccelli inebbriati di luce, le cascate, due altre belle cascate, inebbriate dei loro accordi sonori...

Ormai la via è divenuta facile, e la valle del Ticino si va allargando ognor più, sfilano successivamente i villaggi di Bodio, Personico, Poleggio e Pasquerio; passa via il Brenno, confluente del Ticino, giungiamo alla stazione di Biasca, capoluogo della Riviera, grande distretto che si estende sulle due rive del Ticino fino a Bellinzona. Alle spalle della stazione si drizza un'enorme parete di roccia; è il Pizzo Magno, dal quale precipita rumorosamente il torrente Froda. Lassù è la pittoresca chiesa parrocchiale, addossata alla roccia; ancora più in alto, la cappella di Santa Petronilla, fra due cascate del Froda. Quante leggende su Santa Petronilla! Ma non c'è tempo per narrarle. Avanti, avanti lungo il corso del Ticino, a Osogna, Claro, Castione, sul ponte della Moesa, a traverso una campagna sempre più fertile e popolosa, disseminata di ville, di casali e di chiese, fino a Bellinzona, il capoluogo del Canton Ticino, la città dai tre castelli, serrata fra un contrafforte di montagne verso la sinistra e un'imponente massa granitica che quasi la isola dalla vallata. Siamo oramai al termine: a tre chilometri da Bellinzona è Giubasco, l'ultima stazione della linea del San Gottardo, legantesi poi con quella del Monte Ceneri che mette, per Lugano, a Chiasso ed è continuata dalla Como-Milano; e con quella che, biforcandosi alla stazione di Cadenazzo, mena con un braccio a Locarno e coll'altro a Pino, innestandosi alla Novara-Genova...

Il nostro rapido viaggio è finito. Dei 165 chilometri, percorsi... idealmente, appena un centinaio appartiene alla vera ferrovia di montagna; e se non fossimo stati distratti dalla varietà del paesaggio, avremmo contati ben 42 ponti, e 53 gallerie, che misurano complessivamente metri 40718 — circa la quarta parte del tempo impiegato nel viaggio siamo rimasti sotterra!

Il primo valico sul Gottardo fu aperto verso la metà del secolo XIV dagli abitanti del bacino dei Quattro Cantoni, che vi costruirono una strada mulattiera selciata da ciottoli, la quale bastò ad attivare gli scambî commerciali fra l'Italia e la Svizzera. E quella via, pur malagevole ai pedoni e alle bestie da soma, fu per anni e anni la sola che ivi esistesse.

Nella terza decade del secolo morente, in seguito all'apertura delle strade postali sul San Bernardino e sullo Spluga, parve che il passo del Gottardo dovesse ormai essere abbandonato per sempre; ma il cantone di Uri e il canton Ticino, che ne avrebbero avuto grave danno, seguirono l'esempio degli altri e posero mano alla grandiosa strada carreggiabile del Gottardo che fu terminata, dopo sei anni di assiduo lavoro, nel 1830. Si notò subito, allora, un validissimo aumento di traffico; e da ciò nacque, più tardi, l'idea d'una ferrovia sulle Alpi. Avente, a quanto rileviamo da una relazione dell'esimio Prof. Giovanni Codazza letta al Collegio degli ingegneri della Provincia di Pavia, lo

Tracciato della linea del Gottardo — La grande galleria e le gallerie elicoidali.

scopo di favorire: 1.° il commercio di transito fra il Mediterraneo e il centro del continente europeo; 2.° l'immediato commercio internazionale fra i due stati limitrofi, Italia e Svizzera; 3.° il commercio e le relazioni vicinali, che, rendendo maggiormente proficui i diversi tronchi, contribuiscono a diminuire i sussidii da accordarsi allo Stato.

Durò a lungo la disputa se meglio convenisse superare lo Spluga, il Settimer, il Lucomagno, il Sempione o il Gottardo. Le ragioni che militavano in favore di quest'ultimo però ebbero il sopravvento. Il passo del Gottardo aveva strenui fautori in Isvizzera, dove, a Lucerna, si formò nel 1853 una compagnia che prese il nome di *Società del Gottardo;* e presso di noi, come rilevasi dalle memorie di Carlo Cattaneo (1) e del chiaro ingegnere Lucchini, il quale diè vita a numerosi studi e progetti per dimostrare « che il San Got-

(1) *Cattaneo:* Il Lucomagno e il Gottardo (Rivista contemporanea, ottobre 1855) — Lettera al signor Torelli (10 aprile 1857) — Sulla Memoria dell'ing. Sarti e sul memoriale del Governo di Lucerna (Politecnico, giugno 1860).

Linea del Gottardo: Il ponte e la galleria di Amsteg.

tardo poteva esser valicato a 1500 metri, a un'altezza cioè inferiore di quella del Lucomagno di 370 m., con una galleria di 7500 metri; e che se il San Gottardo si eleva ad eccelsa altezza, discende però rapidamente sui versanti, per cui ha una base breve, mentre il Lucomagno ha forma tozza e base più ampia, conducente necessariamente a una base più lunga ».

Cesare Correnti da prima fu favorevole al passo dello Spluga-Lucomagno per ragioni economiche e finanziarie; ma poi si dichiarò vinto da quelle strategiche del Cattaneo e dagli studi sulle tariffe pubblicate dal signor Rombeau, a Lucerna; e con le teorie di tanti illustri uomini politici trionfarono le ragioni scientifiche del venerando ing. Lucchini, prescegliendosi appunto il passo del Gottardo. Le Alpi erano già state vinte dal Brennero e dal Cenisio; ma quello era il passo più depresso della gigantesca cerchia montuosa e l'altro un adito laterale. Col Gottardo si vinse il nodo della enorme catena, il massiccio, d'onde si divallano in quattro direzioni diverse le acque scorrenti al Mediterraneo, all'Adriatico, al Mar Nero e al Mare del Nord.

Trascorso il periodo delle guerre per la indipendenza d'Italia, durante il quale la questione era stata assorbita da quell'altro grandiosissimo progetto, l'arduo problema fu ripreso per opera del benemerito ministro Stefano Jacini, che nominò un'apposita commissione, in testa alla quale era l'illustre Paleocapa. La Commissione così fece la sua proposta, e il Parlamento Italiano, visto che anche il Consiglio federale era favorevole, diede nel 1865 il proprio voto al Gottardo, e nel 1869 il Correnti e il Melegari stipularono la Con-

venzione iniziale di Berna, nella quale era stabilito che per la linea del Gottardo, l'Italia avrebbe contribuito per 48 milioni. A questa sovvenzione la Germania ne aggiunse più tardi altri 20, e i lavori furono tosto iniziati.

Nella convenzione di Berna fu stabilita la costruzione delle linee Goldau-Bellinzona; Goldau-Lucerna; Goldau-Zug; Bellinzona-Chiasso e Bellinzona Pino con una diramazione per Locarno; e fu assegnato il termine di dieci anni all'esecuzione di tutti i lavori. La spesa intera era stata calcolata di 187 milioni.

Il primo progetto della galleria principale era stato fatto dall'ingegnere Welti, e lo studio dei lavori di dettaglio dall'ingegnere in capo Beckh di Stoccarda e dal consigliere aulico Gerwig di Carlsruche. Scopo del piano era il congiungere colla ferrovia Zug e Lucerna a Como e al lago Maggiore. La linea, comprese le diramazioni, avrebbe oltrepassato di poco i 260 chilometri; ma quel viluppo d'alte montagne e di gole profonde, oltre al gran traforo allo spartiacqua, richiedeva un gran numero di minori gallerie e di ponti e viadotti.

Il doppio accesso alla gran galleria doveva aprirsi sul versante settentrionale, a Göschenen, e sul versante meridionale ad Airolo, qui colla soglia a metri 1145 sopra il livello del mare, là a metri 1109. Nell'interno del sotterraneo, la ferrovia doveva salire da Göschenen al sei per mille fino a raggiungere l'altitudine di 1154.69 metri, a 2000 metri sotto la cresta della montagna, e discendere quindi al due per mille fino ad Airolo. Le dimensioni della galleria avevano ad essere presso che uguali a quelle del Frejus. Come la galleria del Cenisio ebbe tal nome, benchè sia effettivamente scavata nel Frejus, così l'altra fu detta galleria del San Gottardo, benchè non attraversi quel monte, sibbene il Kastenhorn.

Tracciato della galleria elicoidale presso Giornico.

Costituitasi il 6 dicembre 1871 la *Società della ferrovia del Gottardo*, s'impresero i lavori sotto la direzione del Gerwig, al quale, non avendo egli dato di sè buona prova, fu nel 1875 sostituito l'ingegnere Hellwag, direttore dei lavori della ferrovia austriaca del nord-ovest. Si erano intanto iniziati anche quelli preparatorî della gran galleria, il 4 giugno 1872 a Göschenen e il successivo 1.° luglio ad Airolo; quando si decise di porre quella difficoltosa opera all'asta. Fu aggiudicata a Luigi Favre che, fra sette concorrenti, aveva fatto le offerte più vantaggiose, e il 7 agosto dello stesso anno venne concluso il contratto.

Luigi Favre, nato nel 1826 a Chênebourg, nel cantone di Ginevra, era da prima un semplice carpentiere. Dotato di eccezionale ingegno, eseguì successivamente, e sempre in modo lodevole, lavori variati e difficili, principalmente per la ferrovia Parigi-Lione e per i tronchi annessi. Lasciate le im-

prese, si riposava in un'agiata condizione legittimamente acquistata, quando lo tentò nel suo ritiro la grande impresa del Gottardo, molto meno per il possibile lucro che per la brama di mostrare come avrebbe saputo far meglio e più presto che non si fosse fatto al Frejus. E in effetto i patti ch'egli accettò furono gravi e arrischiati.

Con quei patti, egli assunse per 50 milioni la costruzione della galleria in otto anni, a suo rischio e pericolo, qualunque difficoltà potesse incontrare, e depositò la cauzione di otto milioni. Con ciò, al paragone della galleria del Cenisio, l'avanzamento giornaliero del taglio doveva essere notevolmente maggiore, e mentre colà, secondo il contratto l'appalto stipulato alla fine del 1867, veniva retribuito agl'ingegneri Grattoni e Sommeiller col prezzo di lire 4617 al metro lineare, il Favre non avrebbe avuto che circa lire 3356 per metro. Inoltre il Favre, se pur si era convenuto a suo favore un premio di lire 5000 per ogni giorno che avesse risparmiato sul termine fissato per il compimento dello scavo, si era per converso assoggettato a pagare altrettanto, nel caso che i lavori avessero ecceduto quel termine, per ciascun giorno nei primi sei mesi, il doppio nei successivi, e a perdere a dirittura la cauzione se si fossero protratti al di là di un anno.

Ma lo animava la fiducia nella propria perizia e attività, e avrebbe gloriosamente adempito il suo impegno egli stesso se la morte, probabilmente in conseguenza dell'eccesso delle durate fatiche, non l'avesse rapito meno di sette mesi innanzi che fosse traforato l'ultimo diafragma. Il suo paese natio gli eresse una statua; ma il più bel monumento che lo eterni è la gigantesca opera sua.

Il valente professore Giordano, studiata la natura geologica della massa da attraversare con la galleria, aveva giustamente predetto l'incontro di gneiss ricchi di mica, di calcari cristallini, di nuclei di quarzo e di qualche filone metallico; ma, oltre alla durezza delle rocce, bisognò superare altri gravissimi ostacoli. Mentre sul versante settentrionale era riuscito agevole l'impianto di sei turbine e dei canali di derivazione dell'acqua, e la Reuss dal rapido corso ne forniva la quantità necessaria, ben altrimenti andò la bisogna sull'opposto versante. Gl'ingegneri della Società del Gottardo avevano calcolato che lo potesse dare il Ticino un volume d'acqua capace di produrre l'occorrente forza motrice; ma per la lentezza del corso del fiume si avrebbe dovuto effettuare all'uopo una derivazione troppo importante, e perciò il Favre decise di servirsi in vece dell'acqua della Tremola, affluente di quello. Siccome poi la Tremola, in primavera, era ingombrata nel tratto inferiore dalle valanghe, convenne stabilire la presa in un punto elevato, e mediante un canale lungo un chilometro riversar l'acqua nel torrente Chiasso, ch'era al sicuro di esse. Si ottenne così una caduta di 185 metri d'altezza e l'acqua, irrompendo da robusti condotti, metteva in azione le turbine. Nè bastò tutto cotesto poichè la Tremola, di livello molto variabile, non dava a tratti acqua sufficiente, e fu pur forza ricorrere al Ticino per non interrompere in quei casi i lavori.

Ancora: essendo ivi l'alveo del Ticino incassato fra rocce a picco di natura franosa, si dovette combattere contro continue difficoltà per costruire un canale, lungo più di tre chilometri e capace di dare un metro cubo d'acqua in ogni

minuto secondo, ora sul fianco inconsistente della gola, ora sul suolo lungo la sponda ed ora in aria al di sopra del fiume. E alle quattro prime turbine mosse dall'acqua della Tremola bisognò aggiungerne altrettante allo sbocco della nuova presa.

Giudiziosa idea fu quella del Favre d'assicurarsi, fin dal principio dell'impresa, l'efficace concorso del professore ginevrino Colladon, in altro capitolo mentovato. Questi pose subito cura a modificare convenientemente i meccanismi di compressione dell'aria, poichè quali agivano al Cenisio, per

La linea del Gottardo tra Giornico e Biaschina.

l'impulso dato da ruote idrauliche a lento movimento, non si potevano usare al Gottardo, in causa delle diverse condizioni delle naturali forze motrici che si volevano utilizzare. E il Colladon, pure giovandosi del principio essenziale di quelli, costrusse il suo compressore *a gran velocità,* collo stantuffo a diretto contatto dell'aria e a doppio effetto, servendo esso alternativamente, mediante un doppio giuoco di valvole, ad aspirare da un lato l'aria atmosferica e ad espellere dall'altro quella compressa che, passando per un canale, andava a costiparsi nei serbatoi. Egli vinse l'ostacolo, non superato fino allora da altri, dell'enorme riscaldamento dell'aria compressa dalle macchine a grande velocità, attuando sullo stantuffo una corrente continua d'aria fresca e producendo nell'interno del cilindro, col mezzo di due getti irrompenti l'uno sull'altro, la polverizzazione di poca acqua che, mutata così in finissima nebbia, attraeva tosto il calore.

All'imbocco settentrionale del cavo agivano quindici compressori disposti in cinque gruppi, e in ciascuno di questi la forza motrice era trasmessa da un unico ingranaggio conico ai tre compressori riuniti sull'albero stesso. Presso che identico era l'impianto a Airolo. E i quindici compressori fornivano in ogni minuto 20 metri cubi d'aria compressa a sette atmosfere, eccetto nei mesi d'inverno, durante i quali diminuiva la produzione d'aria compressa, non permettendo la scarsezza dell'acqua in quella stagione l'esercizio dell'intero meccanismo.

Come al Cenisio, l'aria compressa, fuggendo per un tubo metallico dagli ampli serbatoi, arrivava rapidamente fin verso il fondo del cavo, senza calcolabile perdita della sua potente forza espansiva, animava quivi le macchine perforatrici, e si sprigionava poi, promovendo l'aereazione nel sotterraneo, ch'era pure aiutata da rubinetti ventilatori. E l'Impresa, bramosa di scemare al più possibile i disagi degli operai, provocò una più celere uscita all'aria corrotta coll'appiccare alla vôlta, per tutta la lunghezza del cavo, un tubo di un metro di diametro, al capo esterno del quale era posto un ingegno espiratore. Intanto, col successivo avanzamento del sotterraneo, si ridusse sempre a meno l'efficacia di quell'apparecchio, che fu perciò abbandonato, e si ottenne miglior effetto aumentando in vece la proporzione dell'aria che sfogava dalle perforatrici e dai rubinetti di ventilazione.

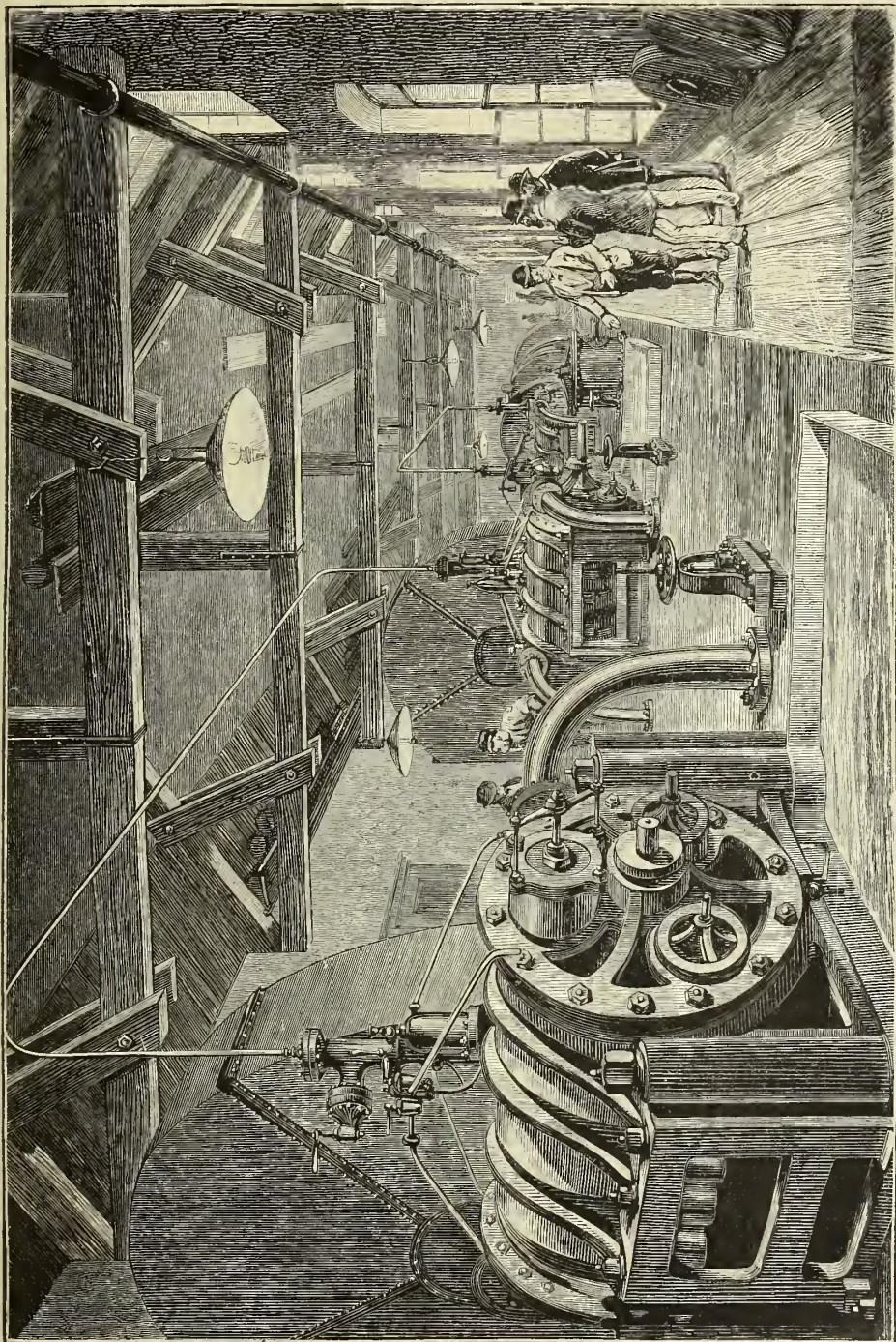
La perforatrice detta Sommeiller era stata in quella più o meno vantaggiosamente modificata nei vari paesi che l'avevano adottata, e al Gottardo, poi che se ne provarono molte di differenti sistemi, si diede la preferenza a quelle di Mac-Kean, migliorate da Seguin, capo delle officine di Airolo, e a quelle costrutte da Ferroux, capo delle officine di Göschenen, facendo le prime il minimo consumo d'aria compressa ed essendo le seconde di molto agevole maneggiamento.

Per le mine si sostituì alla polvere ordinaria la dinamite che sviluppa coll'espolsione una forza sei volte maggiore, sicchè, per ottenere lo stesso effetto di quella, bastava un numero notevolmente inferiore di buchi da mina, con grande risparmio di tempo e di spesa.

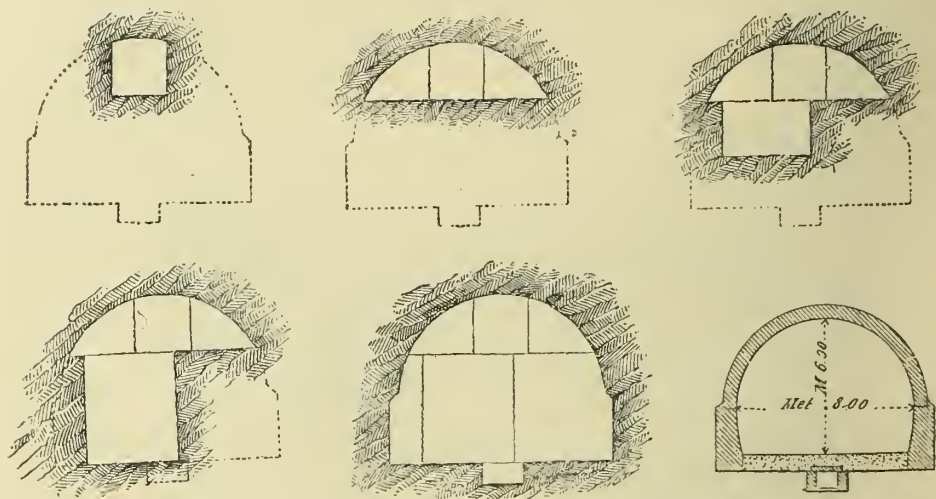
Le principali cause materiali dell'avanzamento relativamente rapido dei lavori di scavo per la galleria del Gottardo furono dunque i miglioramenti arrecati alle perforatrici primitive, la potenza e il perfetto funzionamento dell'altre macchine e l'uso esclusivo della dinamite per le mine. Aggiunte la sapiente solerzia e l'instancabile attività dell'impresario è spiegato il fatto d'aver compiuto lo stupefacente lavoro nel breve termine prestabilito.

Dei due metodi generalmente seguiti nella perforazione delle grandi gallerie, il primo dei quali praticato al Cenisio, consiste nel procedere col taglio dal basso in su, il Favre, contro l'avviso degl'ingegneri della Società, si attenne al secondo che consiste nel far in tutto l'opposto dell'altro.

Secondo il sistema prescelto, si cominciò collo scavare la piccola galleria, detta *Galleria d'avanzamento* o *di direzione,* della larghezza e dell'altezza centrale di circa due metri e mezzo, rispondente alla parte mediana della vôlta. Raggiunta colla galleria d'avanzamento una sufficiente lunghezza, si scavarono, fino a 200 o 300 metri della *fronte del taglio*, cioè dalla parete al fondo di

quella, i due segmenti ai suoi fianchi per l'intera larghezza che aver doveva la vôlta. Più lontano, sempre verso l'imbocco, si aperse un fosso, detto *cunetta,* largo circa tre metri e profondo fino al livello del suolo della galleria ; e più

Locale dei compressori per la Galleria del Gottardo.

lontano ancora si tagliarono le due ultime parti laterali, dando così al sotterraneo, in quel tratto, la sezione definitiva. Si eseguì finalmente lo scavo, inferiormente al suolo della galleria, per il canaletto destinato a raccogliere e smaltire le acque d'infiltrazione.

Il volume del materiale scavato per l'intera galleria superò i 900.000 metri cubi. Il massimo avanzamento del taglio fu nel 1878 avendo toccato nei due cantieri, in quell'anno, la totale lunghezza di metri 2544, mentre al Cenisio il maggior avanzamento complessivo, ottenuto nel 1870, fu di metri 1634.

Figurazione delle successive sezioni dello scavo della galleria e del rivestimento in muratura

Il materiale proveniente dallo scavo era caricato su piccoli carri della capacità d'un metro cubo che, dalla fronte d'attacco del sotterraneo fino al tronco ultimato, erano tirati da cavalli, su binari provvisorî: e al principio di quel tronco si formavano i treni che, tratti da locomotive, trasportavano quel materiale ai luoghi di scarico. Anche quelle locomotive erano un'innovazione. Per iscansare il grave inconveniente del fumo nell'interno della galleria, s'era procacciata ad esse la necessaria forza coll'aria compressa, la quale raccolta in serbatoi cilindrici di lamiera posti su d'un vagone e lasciata a mano a mano scappare da un appropriato meccanismo, animava con forti getti gli stantuffi motori.

Nel tronco verso Göschenen le principali difficoltà furono quelle causate dall'eccezionale durezza di gran parte delle rocce che si dovevano traforare, per la quale dopo pochi colpi rimanevano spuntati i meglio temprati scalpelli; e dai vari strati di argilla commista a gesso che s'incontrarono sotto la vallata di Unterseren. Quella materia si lasciava bensì facilmente attraversare, ma, per la pressione dei letti di rocce dure e per l'azione dell'aria umida, si gonfiava ognor più, spezzava le ordinarie armature e minacciava di riempire il cavo, sicchè fu d'uopo tenerla in freno, conforme che si procedeva innanzi, mediante un rivestimento di enormi pezzi di legname. E fece maggior danno quando al rivestimento di legname, si sostituì la muratura, poichè la prima volta non resse alla pressione, e cedette pur la seconda, benchè la si fosse costrutta con pezzi di granito grossi un metro. In taluno di quegli strati ogni metro d'avanzamento richiese la spesa di 25000 lire.

Ben altri ostacoli s'incontrarono nel tronco di Airolo. Da principio, in causa delle numerose fessure e disgregazioni delle rocce, si ebbe a lottare contro le frequenti frane, poi, bisogna ben più grave, contro l'acqua.

Al Cenisio, come vedemmo, le infiltrazioni non furono che di circa tre litri d'acqua al minuto secondo; quelle del tronco di Airolo, la Direzione e Amministrazione della società del Gottardo, col suo primo rapporto, le annunziava già di 30 litri al secondo, e chiamava quell'efflusso un piccolo torrente. Eppure nel 1873 crebbero sempre fino a raggiungere, in dicembre, i 200 litri; e nel gennaio successivo arrivarono a 250, cioè a 900.000 litri d'acqua all'ora, e trasformarono così la parte inferiore della galleria in un acquedotto.

Da qualche buco da mina l'acqua erompeva con tale impeto da render quasi al tutto vani i colpi delle perforatrici; e per mantenervi la carica di dinamite bisognava introdurla precedentemente in un astuccio di latta e quindi fissarla nel buco con zeppe e cunei ficcati a forza di martello.

S'immagini la condizione dei poveri operai, in mezzo a quell'innondazione. Lavoravano calzati di lunghi stivali e nel rimanente nudi, o quasi, ma quell'ambiente saturo di umidità e molto caldo scemava loro le forze sempre più, e anche per questo il lavoro procedeva a rilento. Molti ammalavano, e i successori, per mancanza di esperienza, non davano profitto migliore, e amma-

Linea Gottardo-Wasen: Ponte sulla Reuss e imbocco della galleria elicoidale.

lavano a volta loro pur essi. Si continuò così più che un anno, in quella bolgia che Dante non aveva immaginata, e che avrebbe dato il motivo a Rembrandt di un magnifico dramma pittorico.

Si raggiunse finalmente la roccia compatta, ma non si pensi che la bolgia si mutasse allora in paradiso. Con tutto il gran volume d'aria compressa di cui si poteva disporre, considerabilmente maggiore di quello fin allora pro-

dotto in lavori analoghi, il calore aumentò di continuo, a misura che prolungavasi il cavo, fino a toccare e ad oltrepassare a tratti, i 30 gradi centigradi e non cessò mai la deprimente umidità.

Più volte, scoraggiti da tante difficoltà e dalle malattie che ne diradavano le file, gli operai si ammutinarono e scapparono dal cantiere, ma presto li rappaciava e rassicurava l'amato capo, che sapeva infonder loro la propria perenne fiducia sul buon esito dell'impresa; e ritornavano all'opera e vi si accanivano con nuovo ardore. Il più fiero colpo lo patirono tutti il 10 luglio 1879. In quel giorno Luigi Favre, tornando da una visita fatta in compagnia d'un ingegnere della ferrovia Parigi-Lione al tronco di Göschenen, fu colto da istantaneo malore, e qualche istante appresso era spento. Gli si era rotto un aneurisma.

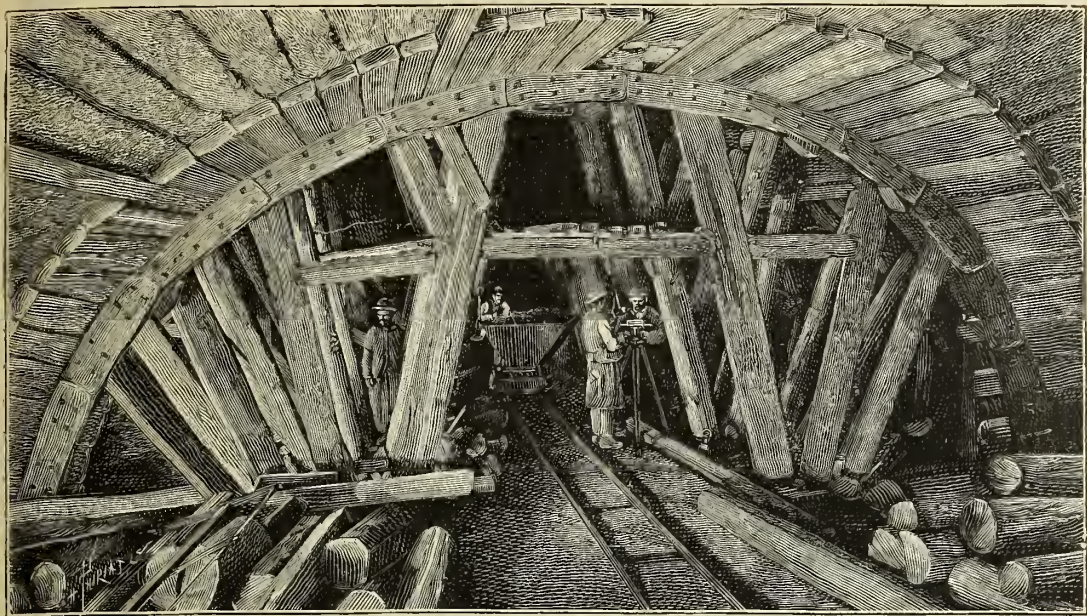
Chi può ridire la costernazione degli operai che perdevano sì crudelmente il loro capo tanto buono ed umano; la sapiente loro guida che non si lasciava mai abbattere dagli ostacoli, raddoppiando sempre l'energia per superarli; l'uomo che stimavano il solo capace di compire felicemente l'arduissima impresa? Essi ne vollero trasportare a braccia il cadavere, su d'una barella improvvisata, fino al lago di Lucerna, cioè per oltre trenta chilometri, lungo i sinuosi e disagiosi sentieri della montagna. La lugubre notizia aveva preceduto il corteo e gli abitanti dei villaggi si scoprivano, al suo passaggio, con mestizia e rispetto. A quei semplici omaggi aggiunga la storia un plauso al valente che morì sull'onorato campo del lavoro e del progresso.

I collaboratori del Favre, devoti alla memoria del rimpianto loro capo ed amico, assunsero allora la direzione dei lavori, già molto inoltrati, per conto della famiglia di lui, e uniformandosi alle sue idee e ai suoi sentimenti seppero condurli a buon fine.

Dopo sette anni e cinque mesi che le due opposte squadre procedevano sotterra l'una verso l'altra, il 28 febbraio 1880, a sette ore di sera, l'asta perforatrice incontrò infine il vuoto. Gli amici del Favre non lo dimenticarono in quel momento supremo e, con affettuoso pensiero, fecero passare attraverso al foro un suo ritratto fotografico, esclamando:

— Se non gli è dato di varcare in persona, innanzi a tutti, il passaggio che è opera sua, varchi almeno in effigie, e così sarà sempre il primo a inaugurarlo!

Il mattino seguente dieci cariche da mina esplosero a un tempo e ridussero in frantumi l'ultimo masso. La deviazione laterale dei due assi era minore di due centimetri e quella verticale era di un solo decimetro. La diversità del livello e della plaga ai due ingressi produceva sovente una corrente d'aria nel sotterraneo, ora in un senso ed ora nell'altro, che rese la dimora in esso più tollerabile, scacciando in gran parte l'umidità. E attesi con lena ai lavori di finimento, si potè fin dall'aprile di quell'anno valersi della gran galleria per il servizio postale fra Göschenen e Airolo.

Abbisognarono tuttavia quasi altri due anni perchè fosse ultimata l'intera ferrovia del Gottardo. E, come grandi feste avevano celebrato il congiungimento dei due tronchi della galleria principale, altre feste non meno solenni accompagnarono l' inaugurazione di tutta la linea che apriva al commercio del nord una rapida comunicazione coll' Italia e di qui con la importantissima via delle Indie.

La galleria di Passy, sotto Parigi, durante i lavori.

LE ALTRE GALLERIE

La galleria dell'Arlberg: I sistemi di perforazione — La macchina Leschot — *La galleria del Sempione:* I vantaggi per l'Italia — L'antica e la nuova strada — Il più lungo *tunnel* esistente — Lo stato dei lavori — *La Galleria del Colle di Tenda:* I lavori, l'inaugurazione — Le più grandi gallerie estere — Le gallerie metropolitane e sottofluviali — Fra Calabria e Sicilia — Il *tunnel* sotto la Manica.

Fra i grandi lavori del secolo, sono notevoli varie altre gallerie, in Italia e all'Estero; ma noi accenneremo solamente a quelle per le quali le difficoltà di attuazione furono maggiori che presentano qualche specialità o che più da vicino riguardano il nostro gloriosopaese — mai ad altri secondo nelle opere dell'ingegno e segnatamente, in questi ultimi anni, nelle opere meccaniche.

La galleria dell'Arlberg, fra le valli dell'Ill e dell' Inn, sulla linea che mena da Bludenz ad Innsbruck e quindi a Vienna, collega direttamente il Tirolo Austriaco con la metropoli; mentre da prima, fuori della via carreggiabile non v'era comunicazione che con un lungo giro mediante le reti ferroviarie di Germania o d'Italia.

Fin dal 1872, il Governo austriaco ebbe l'idea di unire con una ferrovia quella regione al rimanente dello Stato, e si susseguirono vari progetti; ma la necessità di attraversare con una lunga galleria le Alpi tirolesi, fu causa di vive discussioni e polemiche, che ritardarono di parecchi anni l'attuazione del pensiero governativo. Coll' esempio della galleria del Cenisio, si calcolava oltre alla grossa spesa, il gran tempo che sarebbe occorso per condurre a termine il nuovo traforo, se pure non si fossero per esso incontrate più ardue

difficoltà. In appresso però, grazie alle vantaggiose modificazioni arrecate ai meccanismi, a mezzo dei quali e malgrado degli eccezionali ostacoli opposti dalla natura, i lavori della galleria del Gottardo procedevano assai più speditamente che al Cenisio, facendo presagire il prossimo loro felice compimento; svanirono a poco a poco i dubbi e le paure sul buon esito della proposta galleria nel Tirolo.

Il Governo allora fece fare dei serî studî sui diversi progetti, onde fosse scelto il più conveniente tracciato, e in seguito a quelli fu preferita la linea in effetto eseguita. Così, votata, l'8 maggio 1880 la legge che accordava il necessario credito, il Governo, pochi giorni dopo, incaricò la *Direzione imperiale delle Ferrovie dello Stato* d'iniziare al più presto i lavori.

Strada del Sempione.

La lunghezza della progettata galleria dell'Arlberg era di metri 10270, inferiore cioè di quasi due chilometri a quella del Cenisio e di oltre quattro e mezzo a quella del Gottardo. Il suo ingresso verso ponente, a Langen, era stabilito a metri 1214 sopra il livello del mare, e all'opposto imbocco a circa 88 metri più in alto. Il suolo della galleria doveva salire da ponente verso levante al 15 per mille durante i tre quinti circa della totale lunghezza, per raggiungere la massima quota di metri 1310, e scendere al 2 per mille nel tratto rimanente. Lo scavo della galleria fu affidato a impresari privati, coll'obbligo contrattuale del medio avanzamento nei due tronchi di metri 3.30 al giorno, e compiere così il lavoro in poco più di quattro anni, con l'ammenda o il premio di 1700 lire per ogni giorno in più o in meno del tempo fissato. L'opera progredì infatti con tanta celerità, che fu terminata in soli tre anni e cinque mesi, benchè le rocce da traforare non fossero di natura gran fatto più favorevole di quelle del Cenisio e del Gottardo, essendo nella massima parte composte di schisti cristallini micacei, con qualche innesto di quarzo. L'insolita rapidità provenne dai meccanismi perfezionati

Profilo del Passo del Sempione.

dal sistema seguito nella esecuzione dei lavori, e in parte dalla ingente forza motrice di cui si poteva agevolmente disporre.

Dal lato di Sant'Antonio, sul versante orientale, fornì la forza bisognevole il torrente Rosana, mediante una derivazione a più di quattro chilometri a monte del cantiere, che sviluppava una potenza, variabile secondo le stagioni di 930 a 1700 cavalli-vapore. Meno fortunate condizioni si presentarono sul lato di Langen, dove una presa d'acqua dell'Alfenz e di vari suoi affluenti non dava al massimo che 500 cavalli-vapore. Ma si riparò ivi al difetto non servendosi in quel tronco dell'aria compressa se non per la ventilazione, usando della maggior parte della caduta per animare le perforatrici coll'acqua compressa; mentre nell'altro tronco, abbondandovi la forza motrice, era il doppio ufficio adempito dall'aria. E in ambo i tronchi la ventilazione fu sempre più attiva che non fosse mai stata in altre gallerie fino allora.

Alle due testate della galleria si lavorò a mano dal giugno al novembre del 1880 finchè, ultimato l'impianto dei meccanismi, si potè procedere con essi a un più efficace lavoro.

Al Cenisio la galleria d'avanzamento era stata tagliata, come si è detto, nella parte inferiore della prestabilita sezione, e si era fatto il contrario al Gottardo; per la galleria dell'Arlberg si volle in certo modo combinare i due sistemi diversi. Aperta al basso della sezione la galleria d'avanzamento, larga metri 2.75 ed alta metri 2.50, se ne scavò poi un'altra in sommità, mettendole in comunicazione di distanza in distanza col mezzo di pozzi verticali. In tal guisa si evitavano gl'inconvenienti del sistema seguito al Gottardo, dov'era bisognata una ferrovia provvisoria su ciascun piano del cavo e il relativo raccordo con quella sulla quale si formavano i treni per il trasporto dei

rottami con la locomotiva. All'Arlberg bastava un unico binario sul suolo della galleria d'avanzamento, poichè i rottami provenienti dallo scavo della galleria superiore si scaricavano per i pozzi di comunicazione entro a carretti posti al di sotto di quelli. E di mano in mano che procedeva il taglio delle due gallerie primitive, si compiva nelle volute dimensioni definitive il cavo da dietro e lo si rivestiva di muratura.

Nel tronco verso levante s'erano poste due condutture d'aria compressa, una delle quali, mediante numerosi robinetti, serviva solamente all'aereazione, favorita pure da un ventilatore a forza centrifuga situato all'imbocco del sotterraneo; l'altra, in cui l'aria era molto più fortemente compressa, serviva ad animare le perforatrici, fatte costruire dal Ferrona, capo del cantiere di Sant'Antonio, a somiglianza di quelle ultimamente e vantaggiosamente adoperate al Gottardo.

Anche nel tronco del versante occidentale un condotto d'aria a piccola pressione correggeva e mutava l'aria ; ma le perforatrici agivano per impulso ad esse dato direttamente dall'acqua. Varie turbine verticali Girard trasmettevano la forza a grosse pompe, ciascuna delle quali forniva in ogni minuto secondo due litri d'acqua compressa a 90 o 100 atmosfere, e i soliti condotti di ferro la guidavano fino alle perforatrici. Erano queste di un nuovo sistema : invece di bucare la roccia a furia di colpi, come le antiche, lo facevano con un continuo moto di rotazione, e ne aiutava l'effetto una forte pressione che spingeva l'asta contro la parete da forare. I Tedeschi ne attribuirono l'invenzione al loro connazionale ingegnere Brandt, ma non è giusto di dare a lui tutto il merito.

Il valente orologiaio ginevrino Giorgio Leschot, avuta fra mano un'antica piastra di porfido rosso, stupì osservando su di essa una serie di finissime scanalature parallele, e pensò che solo il diamante aveva potuto incidere con tanta regolarità quella durissima pietra.

Non si potrebbe adoperare utilmente il diamante in qualche moderno lavoro per il quale non basti l'acciaio meglio temprato ?

E poichè suo figlio, ingegnere al servizio delle ferrovie italiane, aveva l'incarico di eseguire una galleria attraverso a una massa montana molto resistente, volle facilitargli quel compito, costruendo nel 1862 la prima macchina perforatrice a diamanti, nella quale preferì i diamanti neri, che sono più duri e molto meno costosi degli altri.

Il pezzo perforatore della nuova macchina era costituito da un cilindro metallico vuoto, terminato da una mezza ghianda munita di diamanti neri, e una vite o una colonna d'acqua convenientemente compressa gl'imprimeva il moto di rotazione e lo calcava sulla roccia che doveva intaccare. Benchè si fosse procurato dei brevetti in Europa e in America, Giorgio Leschot, occupatissimo quale direttore d'una fabbrica d'orologi, non si diede poi pensiero che altri profittasse di quella invenzione, e così altre perforatrici rotatorie a diamanti, o a punte d'acciaio per le rocce di non eccezionale durezza, poco o nullamente diverse nelle parti principali dalla sua, furono usate, senz'alcun vantaggio di lui, in Germania, in Inghilterra, in America. La perforatrice del Brandt non è infatti che una semplice imitazione della macchina Leschot.

Del resto, il maggior lavoro fu dato dalle perforatrici del vecchio sistema e ad aria compressa, avendo il tronco del versante orientale raggiunta una lunghezza superiore di quasi un sesto a quella del tronco di Langen.

La grande opera venne ultimata nel novembre del 1883, e di lì a otto mesi fu inaugurata tutta la linea che attraversa anch'essa un interessantissimo paesaggio.

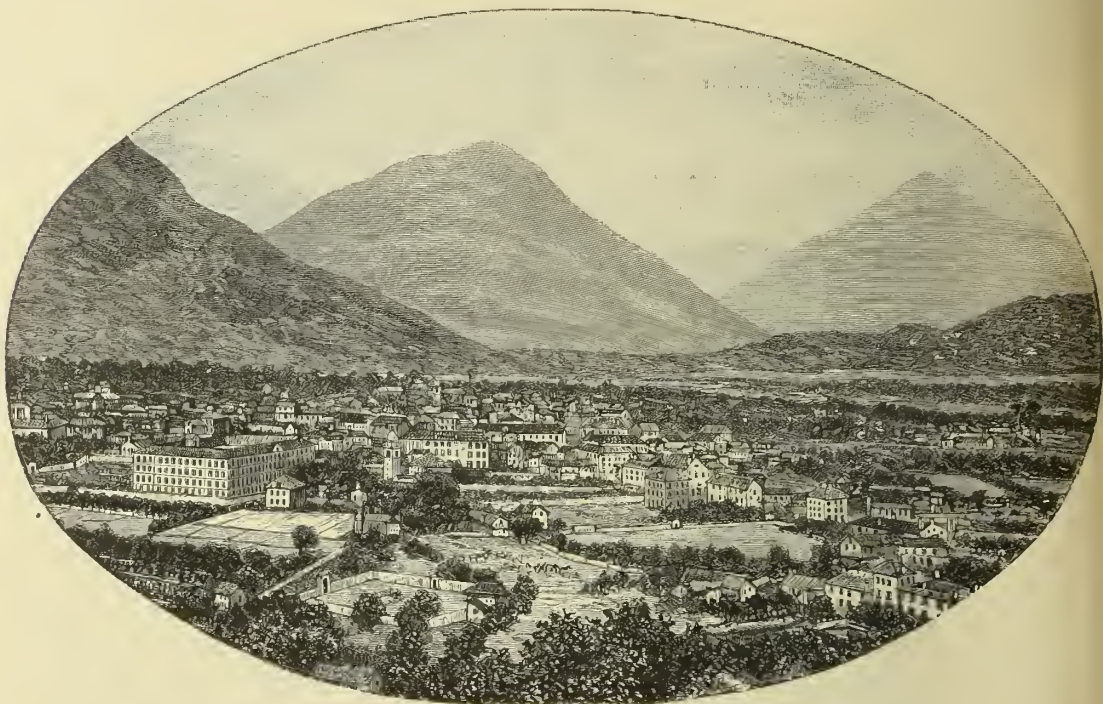
Un'importanza assai maggiore ha in questa fine di secolo la Galleria del Sempione, che sarà la più lunga delle esistenti, avendo a toccare presso che i

Briga e Sempione.

venti chilometri, e per la quale procedono alacremente i lavori da pochi mesi iniziati.

La grande importanza del Sempione è provata anche dal fatto che Napoleone I vi aperse la prima strada carreggiabile allo scopo di far comunicare l'Italia con la Svizzera, non essendovi che un pericoloso sentiero per i pedoni e per i muli; e noi già vedemmo che nelle questioni preleminari, taluni al Gottardo preferivano il valico del Sempione.

La grande via del Sempione, una delle più notevoli imprese del primo decennio del secolo iniziata nel 1801, fu compiuta in sei anni, e costò 100 milioni. È larga otto metri, e corre da Briga a Domodossola, misurando una lunghezza di 66 chilometri. Segue le sinuosità delle montagne, sviluppandosi fra rocce e dirupi, e comprende sette gallerie, ventitrè ponti ed altre notevoli

opere d'arte. Da Briga, a 670 metri sul livello del mare, sale fino a metri 2009, e trovasi ivi presso l'ospizio destinato al soccorso dei viaggiatori, come da più secoli quello del San Bernardo; poi la strada scende verso la frontiera e verso

Veduta di Domodossola, stazione principale del Sempione.

l'Italia, e non oltrepassa mai, nell'erta e nella china, la pendenza del 3 e mezzo per cento, sì che la si può percorrere perfino in bicicletta.

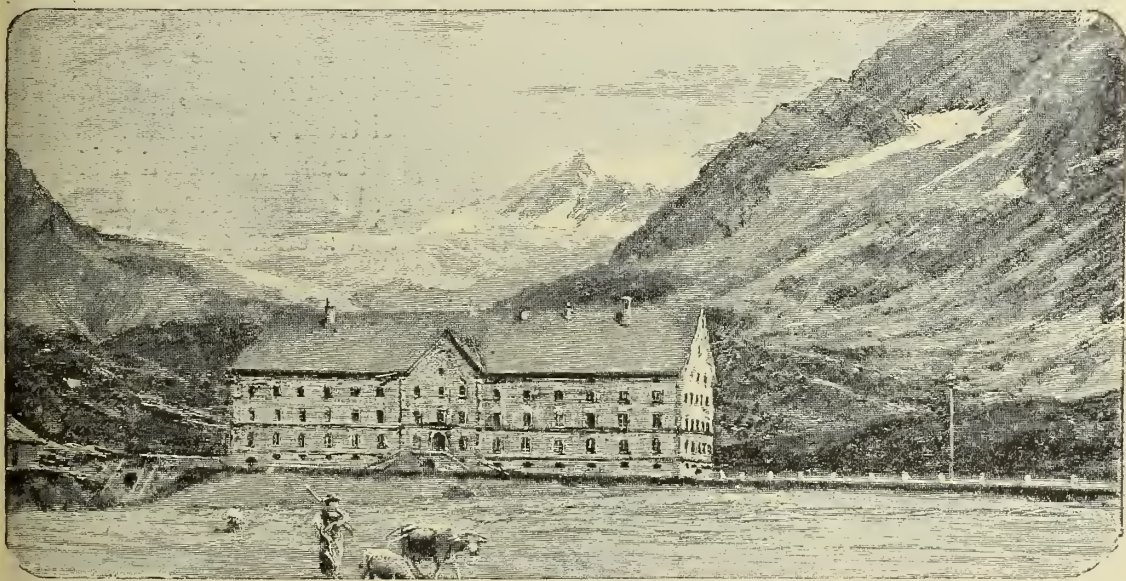
Ben pochi valichi alpestri possono gareggiare colla carreggiabile del Sempione in quanto alla varietà ed agl'incanti del paesaggio che vi si spiega all'intorno. È una successione di verdeggianti praterie, di cupe foreste, di romiti casolari, di abissi paurosi, di spumeggianti cascate, di scintillanti ghiacciai, di orgogliose vette che sfidano le nubi . . .

Più numerosi che per qualunque altra linea furono i progetti per il passaggio del Sempione con una ferrovia. Al primo progetto d'una galleria di 12 chilometri, studiato una quarantina d'anni fa dagl'ingegneri svizzeri Clo e Venetz, tennero dietro ad intervalli altri ed altri per gallerie di varie lunghezze, dai 3 ai 20 chilometri, quali per conseguenza presso al colmo delle montagne e quali presso alla base, e per ferrovie funicolari, a dentiera, miste e ordinarie, con la spesa, secondo i preventivi più o meno veridici, di 20 fino a 100 milioni e più.

Nel 1886 la Svizzera credette di avere risolta la questione dando la preferenza al progetto d'una galleria di 16 chilometri e per un solo binario. Senonchè quella galleria avrebbe avuto tutti e due gli sbocchi sul territorio svizzero, e ciò, dopo la prova del Gottardo, non conveniva all'Italia, alla quale, per giunta, si richiedeva un contributo di 15 milioni; mentre il suo bilancio

ferroviario era già rovinoso per eccessivi impegni. E il Governo italiano, in un lucido intervallo per quella volta, dichiarò che avrebbe consentito alla galleria, purchè sboccasse sul suolo italiano, e l'Italia non avesse a partecipare alle spese.

Si ripresero allora nella Svizzera gli studî per il tracciato d'una galleria che rispondesse al desiderio dello Stato limitrofo; e seguirono lunghe trattative finchè fu stipulata la Convenzione del 25 novembre 1895, ratificata poi dai due rami del Parlamento italiano, con la quale la costruzione del nuovo passaggio alpino era finalmente decisa. Non si chiedeva all'Italia che un sussidio di quattro milioni, lieve somma in paragone di quelle da essa pagate per le gallerie del Cenisio e del Gottardo, che pur non le apportarono i grandi vantaggi sperati. Restava però a carico dell'Italia la costruzione del tronco ferroviario di 16 chilometri da Isella, sbocco della grande galleria, fino a Domodossola, per legarsi quivi colla rete italiana. Concorsero per una sovvenzione la provincia e il comune di Milano, di Genova, di Alessandria e qualche ente bancario dei due grandi centri dell'Alta Italia, che senza dubbio saranno fortemente avvantaggiati dalla linea del Sempione.

Secondo il progetto, attualmente in esecuzione, la galleria comincia a due chilometri e mezzo a monte di Briga, col suolo a 687 metri sopra il livello del mare, e sbocca sul territorio italiano, come accennavamo presso Isella, alla quota di metri 633. La sua lunghezza è di metri 19730. Considerando che in America si esercitano ferrovie che si elevano fino a 3200 metri sul livello

L'ospizio del Sempione.

del mare, e che in Europa le gallerie del Gottardo, del Cenisio, dell'Arlberg e del Brennero, cui accennammo, hanno il loro punto culminante da 1154 a 1367 metri di altitudine, si comprende la miglior condizione della galleria del Sempione, ad un livello di tanto inferiore, poichè per esso saranno in gran parte scansati gl'incagli prodotti nell'inverno dall'accumularsi delle nevi

sui tronchi d'accesso molto elevati, e saranno inoltre, nel caso attuale, notevolmente facilitati i raccordi di quei tronchi col piano stradale della galleria.

Vi ha però la minaccia che l'inconveniente dell'eccessivo calore manifestatosi nei cavi dell'altre grandi gallerie arrivi nelle più interne parti di questa a ben più grave misura. Nel Gottardo si è constatato che il calore aumentava di un grado coll'aumento di 44 metri d'altezza della massa sovrapposta. A questa stregua, il calore verso il fondo del cavo toccherà al Sempione i 40 gradi, e tale temperatura renderebbe quasi impossibile il lavoro degli operai. Ma si spera d'abbassarla sufficientemente col mezzo d'una ventilazione artificiale eccezionalmente energica, e di larghi getti d'acqua sulle pareti del sotterraneo. Per i primi 400 metri, la temperatura si è mantenuta fra i 24 e i 26 gradi.

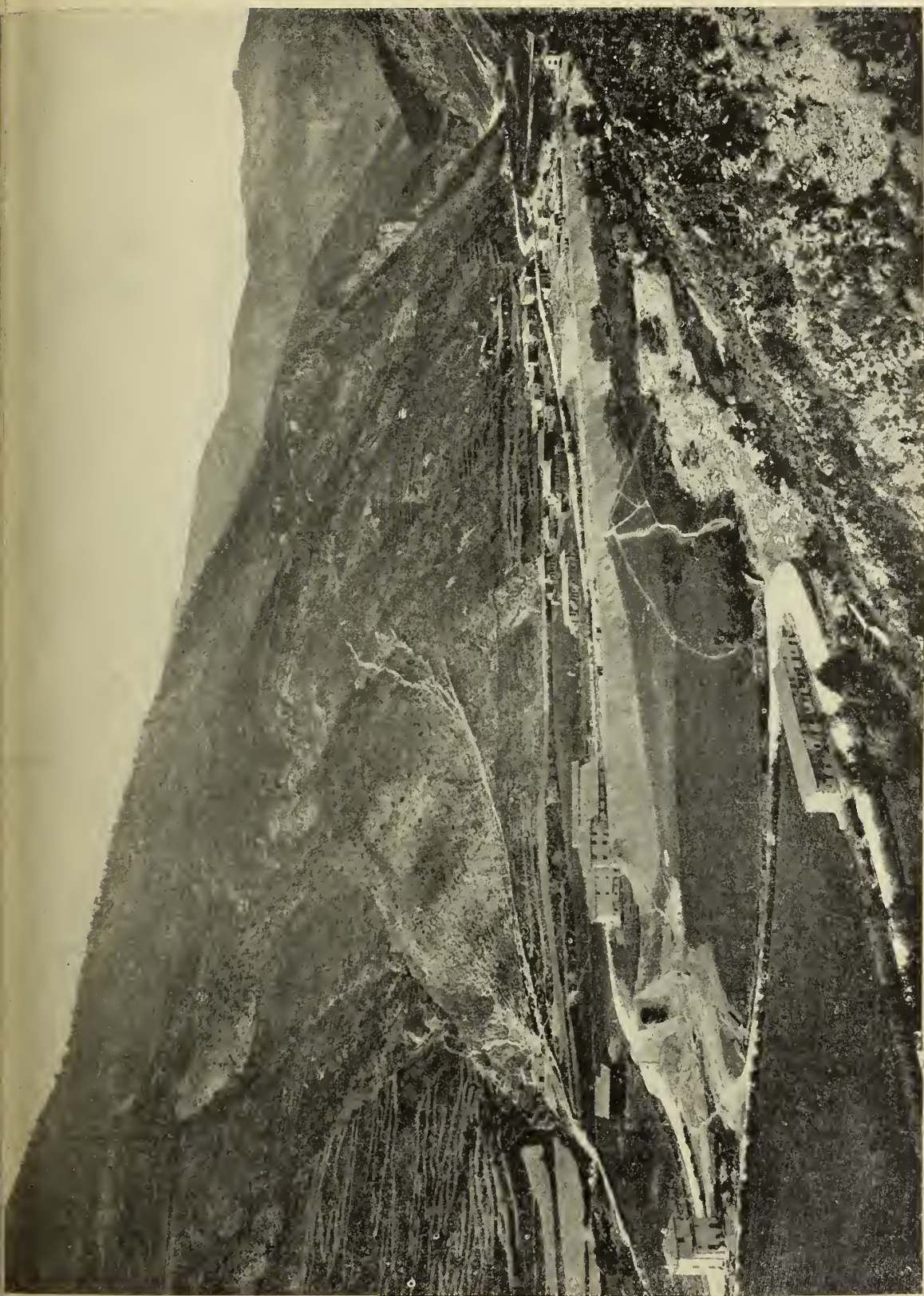
In vece d'una spaziosa galleria a doppio binario, se ne costruiranno due parallele, alla distanza di circa 17 metri da asse ad asse, una delle quali avrà la sezione occorrente per un solo binario e per il passaggio dei treni di viaggiatori e di merci: l'altra, più ristretta, non conterrà che una via di servizio, finchè lo sviluppo del traffico, non consigli anche il suo allargamento. Durante la costruzione le due gallerie, saranno messe in comunicazione di 200 in 200 metri con gallerie trasversali, e la minore servirà allo scolo delle acque, al passaggio dei treni destinati al trasporto dei rottami risultanti dagli scavi e a contenere i condotti tubulari dell'aria e dell'acqua compresse.

I torrenti che scorrono da presso ai due capi della galleria hanno tal copia d'acqua da fornire la forza di 800 cavalli-vapore sul versante svizzero e di 1700 su quello italiano. Con tale forza gl'ingegneri dell'impresa, oltre al provvedere all'azione delle perforatrici, alla trazione dei treni ed alla illuminazione elettrica, contano d'immettere nel sotterraneo, appena se ne manifesti il bisogno, 50 metri cubi d'aria per secondo, e di schizzare al tempo stesso sulle rocce 80 litri d'acqua fredda, e presagiscono di ridurre così a circa 20 gradi l'interna temperatura.

Il tempo assegnato per il compimento della galleria è di cinque anni e mezzo, con multe o premî secondo che sarà il termine protratto o anticipato È però supponibile che si avveri piuttosto il secondo che il primo caso, facendo parte dell'Impresa gl'ingegneri Brandt e Brandau, tutti e due molto pratici per simili lavori precedentemente eseguiti, e l'ex-colonnello del genio Locher, che fu il costruttore della più ardita linea di montagna, qual è la ferrovia del Pilato.

La spesa sarà di 54 milioni, e ne bisogneranno altri 15 se si vorrà effettuar poi l'allargamento ed armamento stabile della minor galleria.

Al principio d'aprile del 1899 si erano perforati nei due cantieri oltre a mille metri di galleria, con un avanzamento nel tronco verso Briga più che doppio di quello fatto nell'altro versante. La notevole differenza provenne dalla diversa natura delle rocce, composte nel tronco settentrionale di schisti argillosi e friabili, e nel meridionale di antigorite durissima sparsa di nuclei quarzosi commisti a pirite e a mica nera.

Agiscono in ambedue i cantieri numerose perforatrici rotatorie Grandt

Vievola: Sbocco meridionale della Galleria del Colle di Tenda.

(l'ingegnere che è tanta parte dell'Impresa) con le punte d'attacco armate di diamanti neri, e animate dall'acqua compressa. Per le mine si usa la dinamite, e ultimamente, a Briga, si esperimentò l'aria liquida, ma non si sa se la prova riuscisse soddisfacente. I fori per le mine sono profondi da due a due metri e mezzo, a seconda della maggiore o minore compattezza della roccia, e su ciascun foro si mettono da 15 a 22 pacchetti di dinamite di mezzo chilogramma ciascuno. Si carica il foro e si fa partire il colpo, producendosi un largo e profondo buco che facilita quindi la libera esplosione degli altri. Partito il primo colpo, liberatosi del materiale l'avanzamento, si caricano gli altri fori aperti dalla stessa perforatrice e si fanno esplodere. Dopo circa mezz'ora s'inizia il *marinaggio*, vale a dire il trasporto di tutto il materiale. Quando le operazioni procedono bene, si fanno, in 24 ore, tre attacchi, con 18 colpi di mina. In media vengono trasportati allo scarico del versante italiano 250 vagoni di detrito, contenenti ciascuno m. c. 0,27.

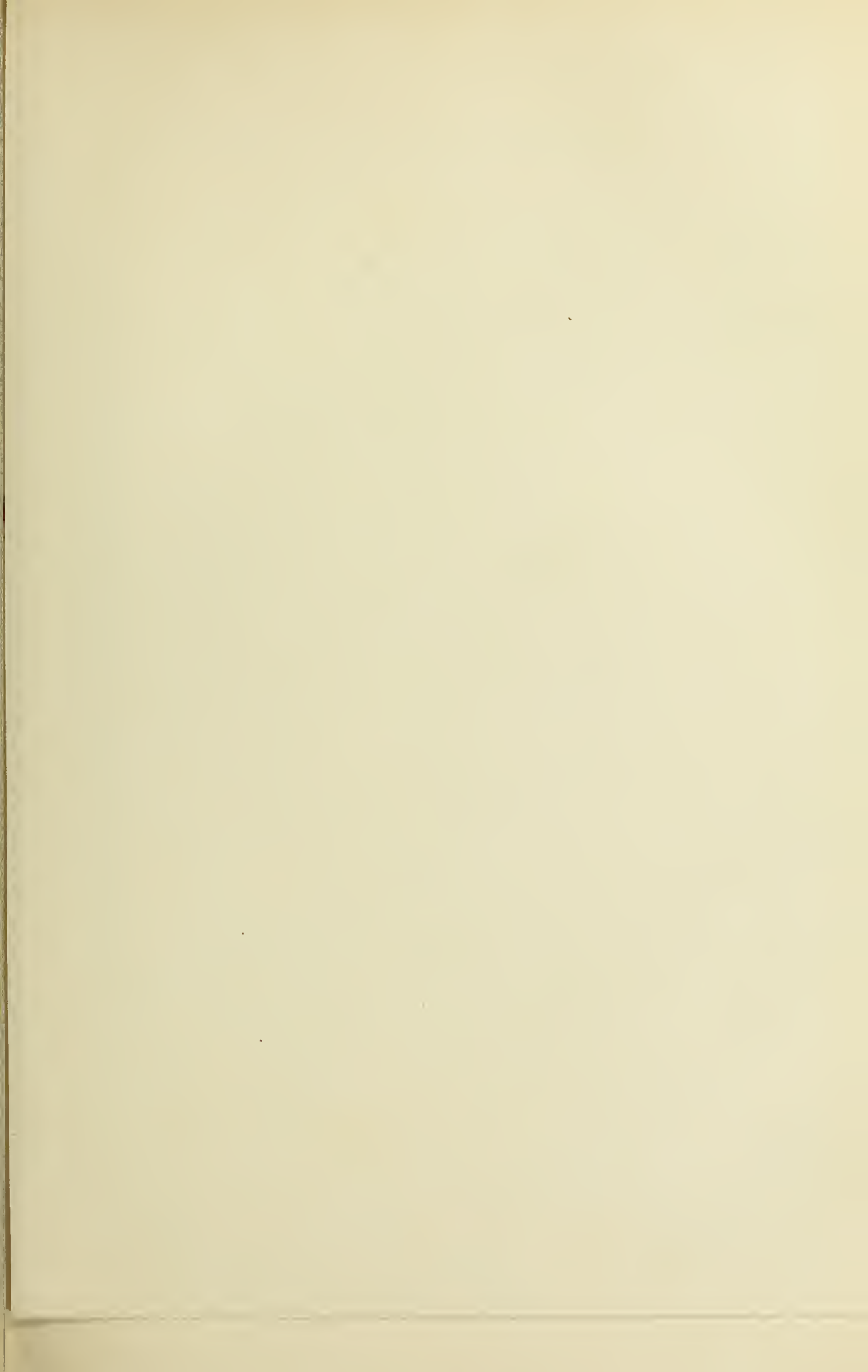
La stazione internazionale si costruirà a Domodossola.

Il padiglione d'inaugurazione della Galleria di Tenda.

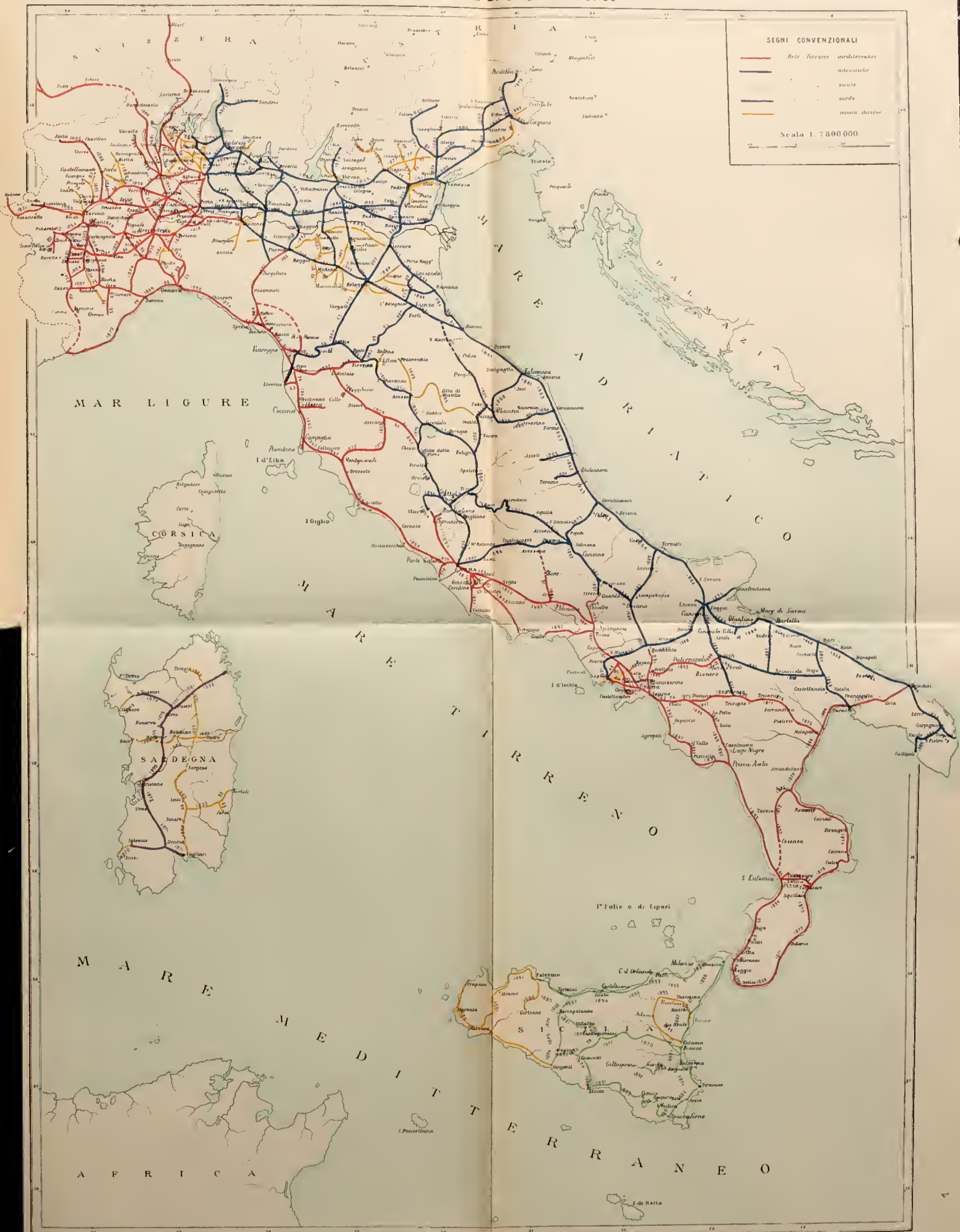
Aperta all'esercizio la ferrovia del Sempione, sarà con quella notabilmente accorciato il viaggio da Genova, Milano e Venezia a Parigi, e godrà l'Italia il vantaggio d'una linea che, per la Svizzera, addurrà al centro d'Europa, e che farà, con la sua concorrenza, abbassar le tariffe, ora tanto elevate, delle Società del Cenisio e del Gottardo.

Dal seguente quadro si può rilevare l'abbreviamento cui accenniamo, in distanza reale per tutt'i punti delle nostre linee ferroviarie a est e a sud-est della Milano-Piacenza.

Percorso		Cenisio	Gottardo	Sempione
Da Milano a Parigi . . .	Km.	945	904	854
» Boulogne . .	»	1239	1128	1108
» Calais . . .	»	1958	1105	1150
Da Piacenza a Parigi . .	»	986	973	923
» Boulogne . .	»	1269	1188	1155
» Calais . . .	»	1310	1185	1198
Da Venezia a Parigi . .	»	1208	1156	1103
Da Genova a Parigi . .	»	964	1047	946
» Calais , .	»	1261	1222	1243

Il Sempione guadagna così molti chilometri per tutte le percorrenze verso Parigi, ed è sempre notevolmente superiore al Cenisio rispetto al porto di Calais, e superiore anche al porto di Boulogne, punto d'imbarco non meno

FERROVIE DELL' ITALIA
CON LE DATE D'INAUGURAZIONE DI CIASCUN TRONCO

Stab. Dot. F. Vallardi

Propietà Artistica

Limone: Imbocco nord della Galleria di Tenda.

frequentato verso l'Inghilterra. Ma è da notare che il quadro suesposto indica il solo divario delle distanze reali: si devono quindi aggiungere le differenze virtuali abbastanza ragguardevoli, e a tutto vantaggio del Sempione. Giacchè il massimo d'altezza sul mare è, per questo valico, raggiunto a soli m. 705, mentre il Cenisio sale fino a 1295 e il Gottardo a 1155. Fatta ragione alla virtualità, le distanze differenziali rimangono così stabilite:

Percorso	Cenisio	Gottardo	Sempione
Da Milano a Parigi	1053	1068	957
Da Venezia a Parigi.	1306	1320	1206
Da Piacenza a Boulogne . . .	1379	1348	1285

E cioè una economia di 100 chilometri realizzata per tutti gli scambi italiani a oriente della linea Milano-Piacenza — che vuol dire il Veneto, la Lombardia, l'Emilia — tutta l'Italia Centrale e Meridionale, versante Adriatico, Brindisi compresa, con Parigi e coll' Inghilterra, via di Boulogne. La valigia dell'Indie, prendendo la via del Sempione, guadagnerà nel suo itinerario 112 chilometri (*Relazione alla Camera Italiana*).

Un'altra galleria molto utile per il commercio italiano, si è inaugurata in questi ultimi mesi, sulle alpi occidentali, allo scopo di facilitare le comunicazioni fra la Svizzera, la Germania, l'Austria e il mezzogiorno della Francia a traverso l'Italia settentrionale: la galleria del Colle di Tenda, che sarà parte precipua della Cuneo-Nizza. Questo Colle gigantesco fu perforato la prima

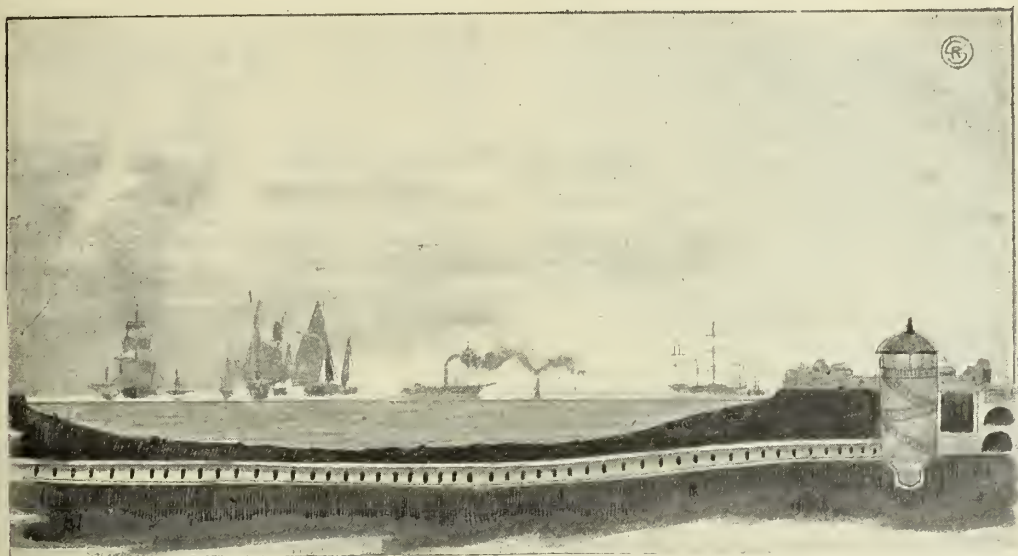
volta nel 1882. L'idea appassionò, fin dal secolo scorso, Carlo Emanuele I re di Sardegna, e fu carezzata ai primordî di questo da Napoleone; ma la sua costruzione non fu deliberata che nel 1873 per opera di Quintino Sella. Si apre a 1293 metri di di altezza, a 5 chilometri e mezzo da Limone e a 13 da Tenda; ha una lunghezza di 3000 metri, e fa risparmiare ai pedoni e alle vetture che la percorrono attualmente 11 chilometri, e 600 metri di salita per raggiungere la vetta del colle.

La nuova galleria inaugurata il 17 luglio del 1898, essendo destinata alla ferrovia, s'apre molto più in basso, ed è naturalmente molto più lunga. L'altitudine dell'imbocco nord è a 1030 metri sul livello del mare, quella a sud è a poco più di 900. Il treno vi entra subito dopo Limone, per sboccare nel piano di Vievola, a 4 chilometri a monte di Tenda, dopo uno sviluppo di 8100 metri. La vetta più elevata che sovrasta alla galleria è a m. 1910 sul mare.

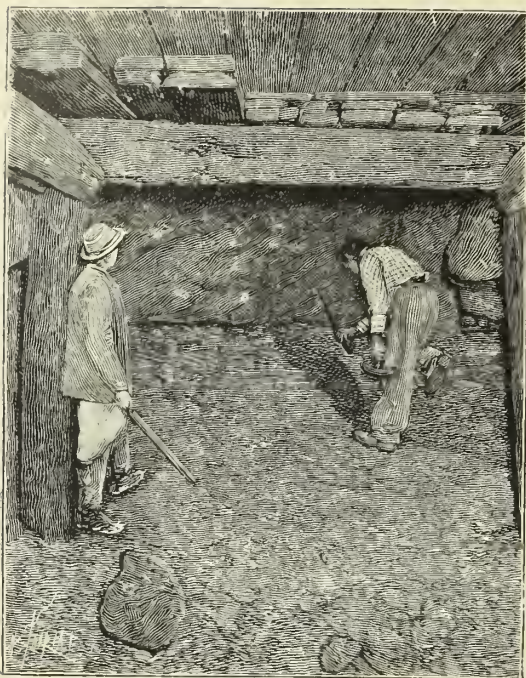
Nel sistema di perforazione si adottarono gli ultimi congegni meccanici perfezionati; ma si dovette spesso lottare non tanto con la durezza della roccia come contro l'nfiltrazione. Potenti colonne d'acqua sorgevano improvvisamente a sconvolgere i piani degli ingegneri, specie nell'attacco meridionale; sì che più d'una volta si disperò di portare a termine i già inoltrati lavori. Questi furono condotti dall'impresa Vaccari, per concessione del giugno '89; eccezion fatta del punto più pericoloso, eseguito in economia dal Governo, e nel quale si distinsero specialmente gl'ingegneri Amadasi e Sertoni.

Sezione di un pozzo per le gallerie sotterranee.

Le gallerie scavate fuori d'Italia, oltre quella dell'Arlberg, sono tutte più brevi di questa del Colle di Tenda e di quella già altrove mentovata del piano dei Giovi. Ne riassumiamo le lunghezze perchè se ne possa avere un'idea. La galleria di Ceyland, aperta dagli Inglesi nei loro possedimenti indiani, misura 8000 metri; quella di Hoosac, nel Massachusset (Stati Uniti) 7640; quella di Sevarn, in Inghilteıra 7250. Vengono poi, in ordine decrescente quelle di: Sutro, a traverso la Sierra Nevada (America del Nord) 6000 m.; Standridge, sulla linea London-Birmingham, 4970; Woodbead, pure in Inghilterra, 4844; di Nerthe, fra Marsiglia ed Avignone, 4620; di San Lorenzo, nel Canadà, 4570; dell'Imperatore Guglielmo, presso Cochem, la più lunga della Germania, 4240; di Bloizy, sulla linea Parigi-Lione, 4100; di Ar-

gentera, nella Spagna, 4043; della Mersey, a Liverpool, 4010, ecc. ecc. Per il costo, sono notevoli la galleria di Lupkon, nei Carpazii, lunga soli 416 metri; che assorbì la spesa di 17.000 marchi per metro quadrato; e quella di Ezernitz, nella Slesia, lunga 503 metri per ognuno dei quali si spesero 4050 marchi.

Sezione della galleria sotto il Tamigi.

Fra breve però a dar retta ai fogli d'oltre Oceano, la galleria ferroviaria più lunga del mondo sarà quella del Colorado aperta a traverso il Pikes-Peak, una delle contrade aurifere più importanti. Incomincerà presso Colorado-City e metterà capo nei campi auriferi di Cripple Creck. Sarà una serie di gallerie, la più lunga delle quali misurerà circa 23 miglia inglesi, mentre altre due che si biforcheranno lateralmente saranno lunghe in complesso 25 miglia e $^1/_3$. L'intero percorso del treno sotterraneo sarà quindi di circa 48 miglia inglesi. La galleria, con doppio binario, avrà una larghezza di 14 piedi e un'altezza di 8 piedi. Entrambe le imboccature del ramo principale avranno la medesima altezza, cioè 6800 piedi sul livello del mare con una pendenza dell'uno per mille. La costruzione, secondo le notizie diffuse dalla stampa americana e che volemmo raccogliere a titolo di curiosità, dovrebb'essere completata per il 1906 — cosa che farà sorridere, a chi pensi ai lunghi anni di faticoso lavoro durati, pur quando i mezzi erano perfezionati, nell'escavazione di gallerie tanto meno lunghe.

Oltre alle gallerie scavate nelle montagne, per la comunicazione ferroviaria, ve ne sono scavate sotto il letto dei fiumi e sotto la case delle città, spesso con difficoltà rilevantissime. Le prime dell'una specie e dell'altra furono costruite a Londra, sotto il Tamigi. L'insigne ing. M. I. Brunel, già lodato per le sue costruzioni al disopra dei fiumi, ideò e scavò la prima galleria sottofluviale nel 1832. La seconda effettuata in circostanze assai più favorevoli, fu aperta sotto la Torre di Londra, fra la *Tower-Hill* (riva sinistra) e la *Vine-Street* (riva destra) nel 1870. La galleria del Brunel aveva due pozzi al

Galleria di Passy: I lavori d'avanzamento.

livello dei due imbocchi profondi 25 metri e larghi 15; l'altra sulle due opposte rive di Sarrey e di Middlesex, li ha profondi 17 e 19 metri quadrati, con una larghezza di soli tre metri. Quella presentava una sezione di 80 metri quadrati, questa di appena tre.

L'escavazione fu fatta in entrambe col metodo detto *a scudo;* ma una quarantina d'anni non erano trascorsi per nulla, e i perfezionamenti apportati nei lavori sottostanti alla famosa Torre furon così ingegnosi da meritare che vi ci fermiamo un momento.

In vece dello scudo semplicemente composto di robuste assi che serviva nel 1832 per il *Thames Tunnel* a sostenere la fronte d'avanzamento, s'impiegò per il *tunnel* del 1870 uno scudo metallico composto di sei pezzi simmetrici di latta solidamente congiunti fra loro e con un' apertura centrale esagona. In forza d'un particolare meccanismo lo scudo, che serviva a difendere l'opera e precedeva sempre la parte ultimata, poteva procedere, con successivi scorrimenti, di circa mezzo metro per volta.

Gli operai scavavano al di là dello scudo una piccola galleria d'avanzamento e tosto che si era aperto un sufficiente spazio si faceva avanzare di mezzo metro lo scudo, e al di dietro di esso si poteva così collocare uno degli 800 anelli di ghisa che dovevano costituire il definitivo rivestimento del *tunnel* in vece della muratura laterizia impiegata per il Thames Tunnel.

Uno dei grandi vantaggi di questo metodo consisteva nella possibilità di proteggere contro qualunque accidente la parte ultimata del *tunnel;* infatti bastava, in caso d'allarme, chiudere l'apertura esagonale dello scudo metallico e il sotterraneo era così posto al sicuro dalla irruzione delle terre e dell'acqua.

Una terza galleria, e di proporzioni assai più grandiose delle precedenti d'Inghilterra e degli altri paesi, si è ora quasi ultimata fra le città di Poplar e Greenwinch. Essa misura 1600 metri di lunghezza e passa a una massima profondità di 4 metri al disotto del Tamigi. Alla imboccatura si perviene per due strade in trincea, le cui pareti sono tappezzate da una muratura di mattonelle a smalto bianco. Lo stesso rivestimento copre tutto l'interno della galleria che ha un diametro di circa 9 metri.

I lavori d'escavazione s'iniziarono nel marzo del 1892 dall'estremità meridionale, dove il suolo era più compatto e meno acquitrinoso. Durante i primi 200 metri di percorso le operazioni procedettero con tenui difficoltà e senza pericoli gravi, compiendosi 45 metri di scavo al mese. Quando però, nel settembre del '94 la galleria giunse in prossimità del fiume, da cui era separata per un dislivello di soli tre metri, si dovette ricorrere all'aria com-

pressa per trattenere con la sua pressione l'acqua che infiltrando abbondantemente minacciava di allagare tutta la galleria. Vennero così stabilite all'imbocco potenti macchine di compressione, e i lavori procedettero faticosissimi, al segno da non permettere un avanzamento maggiore dei sette ed otto metri per ciascun mese. Per fortuna, il passo difficile era di soli 300 metri, e superato il quale si è potuto agevolmente affrettarsi verso la fine.

Una specialità tecnica presenta la galleria che passa sotto la Sprea, a Berlino, per il passaggio di un treno elettrico. Essa è costituita da tubi di ferro, ciascuno dei quali si compone di nove anelli in ferro fuso eseguiti dalla fonderia Krupp d'Essen. Ciascun pezzo è grosso 65 centimetri e lunghi m. 1,50 cogli orli ripiegati per circa 5 centimetri. Un' altra galleria tubolare è stata già inaugurata a Glasgow, per la funicolare sotterranea che è l'unica del mondo. Essa, con una ventilazione perfetta, permette di compiere il giro della città in mezz'ora, impiegando dall'una all'altra delle quindici stazioni due minuti e mezzo. La linea ha due binarii, ciascuno in un *tunnel* cilindrico di ferro e mattoni di 3 metri e mezzo di diametro interno.

E a proposito di gallerie sottoposte alle città, che si sono generalizzate negli Stati Uniti, in Inghilterra e in Germania specialmente, ricordiamo quella che si sta scavando a Passy, sotto la capitale francese. Si deduce la sua importanza dal costo, che è di 3,300,000 franchi per chilometro. L'intera linea sarà di oltre sei chilometri, e s'inaugurerà per l' esposizione mondiale. I lavori di escavazione hanno presentato serie difficoltà: fra le altre, quella di uno spesso strato di creta molle assai difficile ad esser vinto. Le mine in esso non avevano alcun effetto, poichè lo scoppio veniva annientato dalla materia molle; i picconi entrandovi facilmente non potevano essere estratti che a gran fatica e con pochissimo risultato. Si dovette quindi tagliare la creta a blocchi con istrumenti trincianti, e in cotesto insolito lavoro i minatori non poterono procedere oltre un metro cubo per ciascun giorno. Un lavoro parimente eccezionale si è dovuto fare nella vôlta del sotterraneo, per l'applicazione del cemento liquido a mezzo di speciali sifoni, come si vede dalle unite figure, alle quali aggiungiamo la testa del sotterraneo alla stazione di Boulainvilliers, che come le altre è allo scoperto.

Galleria di Passy Il taglio degli strati di argilla.

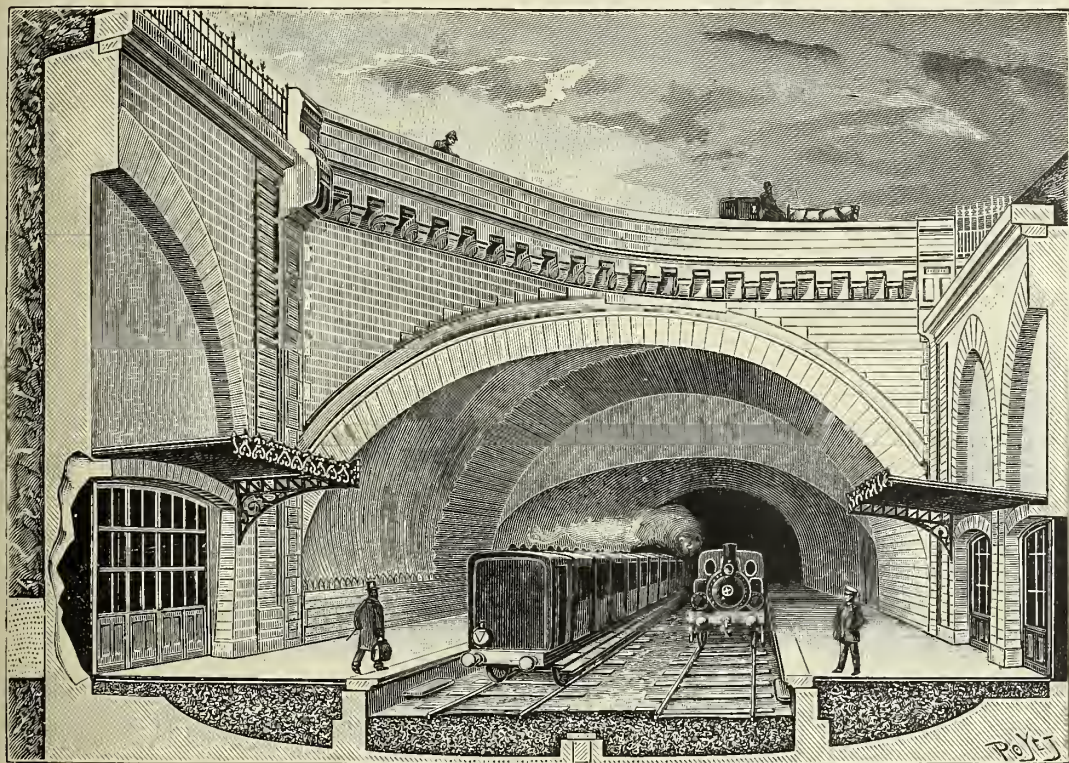
In Italia come non abbiamo gallerie per ferrovie sotterranee, nelle grandi città, non abbiamo gallerie subacquee: c'è stato tuttavia chi, forse pensando ai tentativi della galleria sotto la Manica, ha elaborato il progetto di una

comunicazione fra le Calabrie e la Sicilia, sotto lo Stretto di Messina. Il modello fu esposto nell' Ateneo di Padova e trovò largo suffragio di lodi fra gl'intelligenti. Il chiaro prof. Legnazzi di quella Università ne fece un paio d'anni fa oggetto di una dotta e brillante conferenza. Il nuovo mezzo di congiungimento — scriveva un giornale tecnico — è una delle tante applicazioni ideate dal prof. Legnazzi e applicate dal compianto ing. Federico Gabelli, dell'elicoide. Infatti il Gabelli seppe trarre profitto nella lunga e comoda rampa della torre di San Martino della Battaglia, ideando una galleria sottomarina che, dopo lunghi ed accurati studi sulla profondità del mare e la natura del suolo, si venne a determinare secondo la direzione che, partendo da San Giovanni di Canitello ai piedi delle storiche montagne di Aspromonte giungesse al piano degli Inglesi, in Sicilia. Due pozzi del diametro di 800 metri e con lo sviluppo di tre chilometri e una pendenza del 32 per mille, sarebbero il mezzo di comunicazione. Questo *tunnel* tornerebbe certo più vantaggioso di qualunque ponte sospeso, che per la sua straordinaria lunghezza — 11400 metri — non resisterebbe all'urto dei venti che dominano lo Stretto di Messina. Il progetto fa ammontare le spese per tale colossale lavoro a 70 milioni.

È una delle solite eredità grandiose che i figli del Secolo XIX lasciano ai figli del XX, e certo più facilmente attuabile dell'impresa fantastica della galleria sotto la Manica cui accennavamo anche nel capitolo dei ponti e viadotti, e della quale non sarà superfluo riassumere le linee principali.

Il citato Thomé de Gamond pensò anzitutto di costruire attraverso il passo di Calais non meno di tredici isolotti artificiali, mediante una serie di inserramenti in acqua, e dalla superficie di tali isolotti, approfondendo alcuni pozzi a comunicare con le due avanzate laterali. La presentazione di questo progetto non produsse i desiderati effetti per la giusta ragione opposta dal Governo francese che la costruzione delle tredici isole nel passo di Calais avrebbe apportato gravissime difficoltà alla navigazione del canale.

Fallito questo primo tentativo, si cercò di risolvere il difficile problema mercè un altro progresso che fu chiamato col nome di « *sistema delle gallerie tubolari* ». Esso consisteva di un numero di grandi cassoni di ferro aperti sulla loro fronte e contenenti le parti del tubo che avrebbero dovuto formare la galleria. Queste diverse parti si sarebbero saldate fra di loro, e sarebbero state coperte da un grosso strato di *beton*. Lo stesso si sarebbe operato per i grandi cassoni di ferro, i quali sarebbero stati calcati in fondo al mare, convenientemente spianato. Nell'interno del tubo si sarebbe poi costruito un sistema di ferrovia. Il progetto apparso nel 1869 non ebbe miglior fortuna del precedente, trovando molti oppositori i quali facevano ragionevolmente notare che sarebbe riuscito difficile operare nel fondo del mare le saldature del tubo. Si pensò allora di ovviare a ciò stabilendo di saldare le parti formanti il tubo-galleria fuori dell' acqua, e di calar quello in mare, senza che posasse sul fondo. In tal maniera si sarebbe fatto anche a meno del difficile lavoro dello spianamento del mare, perchè il tubo, sospeso ad una data profondità, sarebbe stato ancorato verso il fondo, ed assicurato alla superficie con un sistema di grandi galleggianti. Le modificazioni non persuasero gran fatto neppur esse, e il progetto venne definitivamente abbandonato.

Messa così da parte l'idea di una galleria meccanica, si tornò a quella sottomarina, che appassionò tra gli altri il geniale costruttore della galleria al di sotto del Levern e de Mersey, ing. Brunlees e Sir John Hawkshaw. Secondo il loro nuovo progetto il tronco ferroviario sotterraneo doveva cominciare dal tronco di linea Londra-Chatham-Dover, e della linea Louth-Eastern che mette capo anche a Dover: da questo punto avrebbe dovuto cominciare a discendere verso il canale con una pendenza di 1.60 raggiungendo la massima profondità sotto la costa; per incominciare poi una linea di salita, la quale sarebbe giunta fin verso la metà del canale, seguendo un rapporto assai piccolo. Da

Galleria di Passy: La stazione di Boulainvilliers.

questo punto si sarebbe di nuovo abbassata verso la costa francese, e infine con un altro movimento di salita, andarsi a ricongiungere a Calais con le ferrovie francesi. Due pioventi costruiti nel mezzo della galleria avrebbero facilitato lo scolo delle acque sulla costa. La costruzione della linea avrebbe raggiunta la lunghezza di 40 chilometri, mentre quella delle gallerie tubolari era progettata per 35 chilometri; sì che con una normale velocità, si sarebbe potuto percorrerla nello spazio di poco più di due ore.

La vôlta della galleria, secondo il progetto in parola, avrebbe dovuto essere scavata alla profondità variabile dai 70 ai 100 metri al di sotto del livello del fondo del canale, con un profilo dell'avanzata eguale a quello di una comune ferrovia a doppio binario. I lavori di costruzione dovevano cominciarsi contemporaneamente sulle due coste inglese e francese, su ognuna delle quali sarebbe stato scavato un profondo pozzo, per procedere regolarmente alla escavazione sotto il fondo del canale.

Il progetto, ben accolto in Francia, non trovò parimenti l'approvazione dei figli d'Albione, i quali temevano che una comunicazione siffatta avrebbe nuociuto alla loro posizione strategica. Epperò un notevole numero di ragguardevoli rappresentanti del popolo inglese formulò un'energica protesta, che ricordava l' opposizione dei grandi possidenti di terreni al tracciamento della prima linea ferroviaria.

Ciò malgrado, nel 1872 si costituì a Londra una società sotto il titolo « *Channel Tunnel Company Limited* », avente per iscopo la costruzione di un tronco ferroviario tra l'Inghilterra ed il continente europeo. Completati gli studii relativi, che riuscirono superiori ad ogni difficoltà, audacemente, ma fortunatamente, si procedette all'attuazione del progetto. Dopo dodici anni, i lavori di perforazione erano quasi ancora all'inizio, benchè si fossero aperti dei pozzi e si fosse cominciata la perforazione della galleria per l' avanzata.

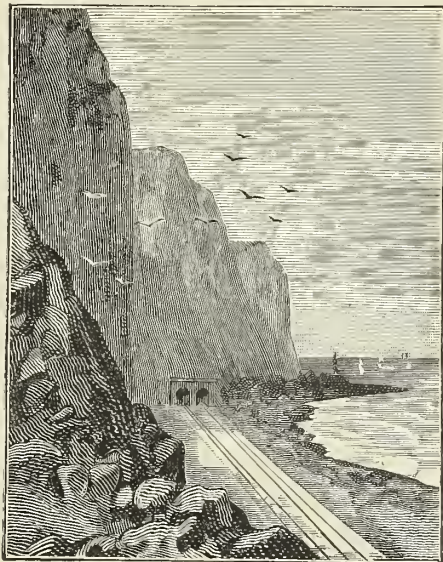
La superba galleria, dovendo misurare una profondità maggiore almeno di 40 metri del fondo del mare allo scopo di evitare le pericolose rovine dell'opera stessa o le irruzioni dell'acqua, avrebbe dovuto esser profonda quasi più del doppio della profondità stessa del canale. E per poter stabilire i necessari accessi al tunnel, si ritenne necessario prolungarlo dall'una e dall'altra parte della costa per lo meno di 1 chilometro di ogni lato, in maniera da raggiungere 37 chilometri. Al 1884, ponendo fede alle relazioni che intorno a tale opera facevano il colonnello Beaumont ed il capitano English, ai quali fu affidata l'esecuzione dei lavori preparatorii, il progresso che si era ottenuto, lavorando tutti i giorni e perforando il cavo per le avanzate di direzione, aventi un'altezza di due metri e altrettanta larghezza, raggiungeva appena un complesso di 69 metri. La relazione accennava pure che fino allora i lavori erano proceduti regolarmente, essendo riuscita facile la lavorazione della roccia, ed essendo totalmente mancate le irruzioni dell'acqua. Ciò non per tanto, la preoccupazione era vivissima per il fatto che presso la costa, dove erano allora arrivati i lavori, il mare non esercita che una lieve pressione, la quale cresce smisuratamente coll'avanzare verso il centro. Il Beamont e l'English esprimevano la loro fiducia di menare a termine felicemente l'opera, ritenendo come premessa che il fondo del canale avrebbe

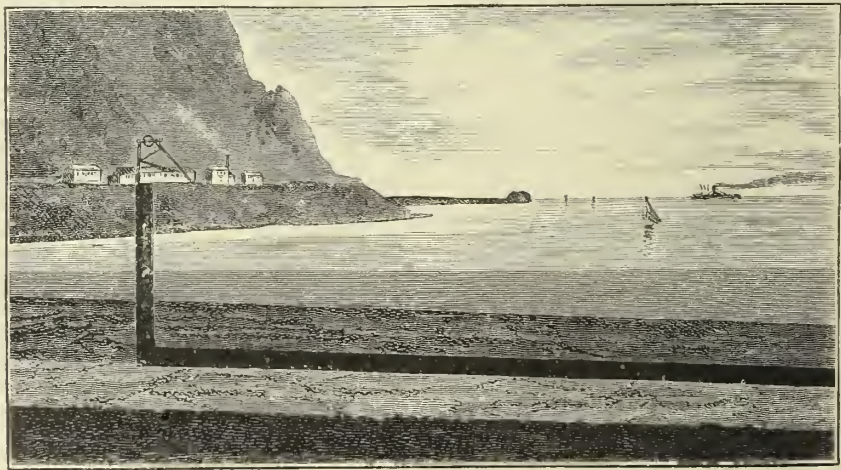
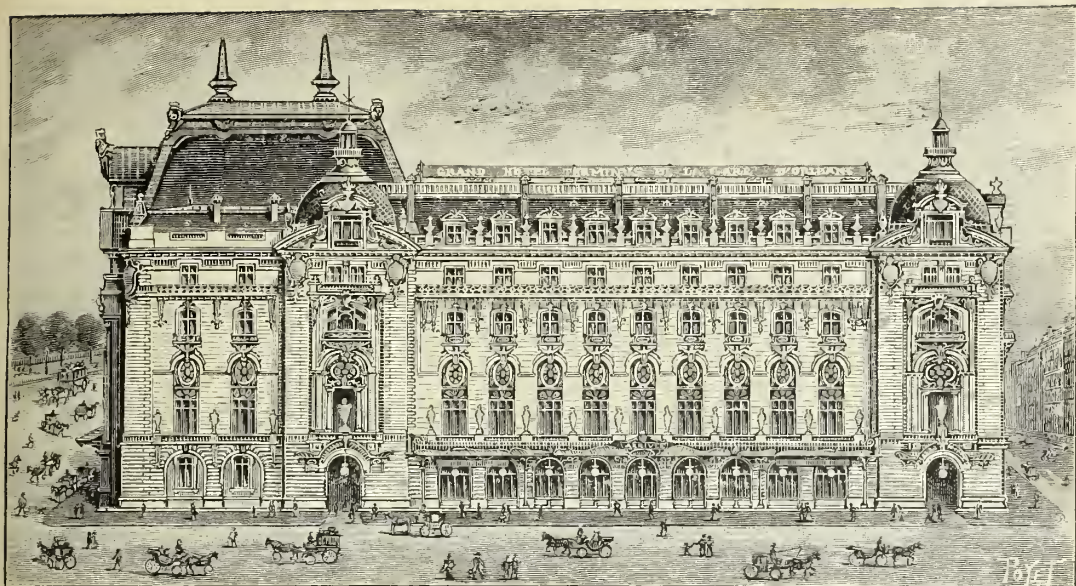
Interno di una galleria tubulare.

dovuto rappresentare l'asse del traforo e che i due lati della galleria avrebbero dovuto essere costituiti da grandi strati di roccia composta e speravano di non trovare delle grandi caverne. Per quanto le prove già fatte degli scandagli operati avessero dato buoni risultati circa la mancanza di caverne, pure tali esperimenti non potevano fornire nessuna certezza che caverne non esistano, potendo darsi benissimo che per uno spazio di parecchi chilometri la roccia si presentasse persistentemente compatta, per non esserlo più in seguito, e potendo presentare anche in tutta la sua intera compattezza, qua e là, degli enormi crepacci pieni d'acqua.

Galleria della Manica: Ingresso presso Dover.

Ordinariamente, per simili esperimenti, le ricerche sono fatte da abili nuotatori; i quali, però, a cagione della difficoltà dei luoghi, non possono sempre compierli con successo. Nè se ne può essere sicuri in quanto che, pur esistendo qualche crepaccio e qualche spaccatura nel suolo sottomarino, possono esser ricoperti e mascherati da sedimenti sia di origine mineralogica che di origine vegetale, in maniera da far credere compatta la roccia, che perforata potrebbe non resistere all' effetto della pressione del l'acqua. L'effetto dinamico della pressione è difficilissimo ad essere calcolato, sfuggendo quasi ad ogni possibile calcolo certo. In molte miniere dell'Inghilterra, come in quelle di Cornovaglia e di Northunberland, i pozzi furono prolungati fin sotto il fondo del mare, arrivando a una distanza dal fondo di soli 15 piedi che qualche volta si riducevano solamente a 4. In tal modo, i minatori, pur restando così vicini al fondo delle acque, pur sentendo il rumore irruente delle onde e il fracasso delle rocce che si frantumavano e che rumorosamente rotolavano, non ebbero a patire alcuna disgrazia, nè si ebbe alcuna infiltrazione o penetrazione d'acqua. Non si trattava però di una galleria le cui avanzate, nel punto medio, avrebbero dovuto prolungarsi 18000 metri dalle coste. Al difficile problema della pressione se ne aggiungeva un altro non meno preoccupante: quello di dover lavorare sotto al mare, dove riesce assolutamente impossibile adoperare i compressori d'aria messi in azione dalla forza idraulica, come vedemmo praticare nelle grandi gallerie che attraversano le Alpi. L'aria compressa si può, è vero, ottenere per mezzo del vapore; ma questo sistema è fatale alla salute degli operai. Nè minor pericolo era quello rappresentato dagli spostamenti che avrebbero potuto risentire le rocce, da un possibile disgregamento delle medesime o dalle irruzioni di acqua, causate dagli scoppii delle mine, ciò che non si aveva nella perforazione delle gallerie alpine. La vita dei poveri operai sarebbe stata esposta a continui pericoli, e senza la prospettiva di un risultato sicuro, poichè un momento sarebbe bastato a distruggere anni ed anni di lavori penosi ed indefessi.

E fu così che, smarrendosi la fede nel risultato, quella che sostenne le

altre grandissime imprese sin allora compiute, la galleria progettata ed iniziata sotto la Manica naufragò miseramente in quelle medesime acque. Ne ripescheranno lo scafo, le future generazioni? Chi lo sa? . . . Certo, i vantaggi che ne trarrebbe il commercio sarebbero rilevantissimi, e le future generazioni dovranno essere per forza preoccupate dal problema economico-sociale. Incliniamo a credere tuttavia che la preferenza sarà forse data al ponte piuttosto che a una galleria, tanto più che coi mezzi di cui dispone la meccanica odierna non s'impedisce il transito della navigazione; e ci affrettiamo a concludere riportando il calcolo dei vantaggi che apporterebbe al commercio una comunicazione ferroviaria tra la Francia e la Granbrettagna.

Un treno ordinario per percorrere i 15 chilometri circa della galleria del S. Gottardo impiega dai 25 ai 30 minuti. Per percorrere invece la linea sopra o sotto la Manica impiegherebbe 1 ora e 25 minuti, o con una velocità accelerata, un'ora sola, avendosi una manovra di 24 treni al giorno. Calcolando il treno passeggeri di 20 assi con 20 passeggieri per asse, ed il treno merci di 60 assi con 2500 chilogrammi per asse, si avrebbero 200 persone e 50 tonnellate di merci per ogni treno, e per 24 treni si avrebbe un complesso di 4800 persone e 1200 tonnellate di merci al giorno. Allargando il calcolo a un anno, si avrebbero 1700000 passeggieri e 435000 tonnellate di merci, cifre che diventerebbero il doppio, soltanto con l'istituzione di un doppio binario, e che compenserebbe ad usura di ogni spesa assorbita. Ne riparleranno i nostri nipoti . . .

Galleria sotto la Manica: Profilo delle avanzate d prova.

Facciata della nuova « Gare d'Orleans » a Parigi.

COME SI VIAGGIA

Come si viaggiava: Le diligenze — Rossini e le ferrovie — Napoleone e le *Messaggeries* — I velociferi — La velocità delle diligenze — Quadretto comparativo — Vecchi tipi di viaggiatori — L' arte e i viaggi — I primi « omnibus » — *Come si viaggia:* Vetture modello — Il *comfort* dei viaggi esteri — Treni americani — Ferrovie pensili — Treni aerei — Metropolitane — Ferrovie ad aria compressa — La trazione elettrica — Le ultime locomotive elettriche — *Viaggi marittimi:* Il primo battello a vapore — I piroscafi e la navigazione transatlantica — Il *Great Eastern* — Il macchinario — Le comodità — I più grandi piroscafi del mondo — *Come si viaggerà:* Da Mongolfier ad Andrée — I viaggi aerei passati, presenti e futuri.

Ed ora, come in una parentesi fra le grandi opere di cui ci andiamo occupando e senza lasciare le ferrovie, che rappresentarono il *ruolo* più importante nella civiltà del secolo XIX, diamo uno sguardo al modo di viaggiare al principio e alla fine di questo interessantissimo periodo centenario, aggiungendo qualche previsione sul probabile modo di viaggiare delle future generazioni.

Ricordiamo tutti, almeno a traverso le chiacchiere familiari dei nostri maggiori, che, prima delle applicazioni della locomotiva e dello sviluppo delle ferrovie, per andare da Roma a Napoli, occorrevano delle intere giornate di diligenza, a traverso tre provincie, con cavalli sempre freschi e mutati ad ogni quarantina di chilometri, massimo del percorso giornaliero. Per andare poi da un gran centro in fondo a una provincia nel medesimo staterello; per esempio da Napoli in Terra d'Otranto o in Calabria, la prudenza consigliava ai padri di famiglia di disporre addirittura i loro atti testamentarii. Parecchi documenti di questo genere fummo in grado di esaminare nell'Italia meridionale, e non soltanto occasionati dalle gesta dei malfattori ond'erano infestate le selve del Cilento, della Basilicata e della Sila leggendaria.

Nè le condizioni, a parte il brigantaggio, erano molto diverse nella media e nell'Alta Italia. Lo dimostra il fatto che l'autore del *Barbiere*, feroce avversario delle vie ferrate, compose un intero spartito in diligenza. Senza contare che il viaggiare da una provincia all' altra era un lusso da milionarii, quando non vi si era costretti dal bisogno per affari commerciali o per altre cause impellenti. Erano, infatti, così pochi quelli che si movevano dalla propria residenza, che a Milano, anche allora il più importante centro dell'Italia settentrionale, se ne pubblicavano i nomi nel bollettino ufficiale.

Sì e no, durante la propria vita, al principio del secolo, si usciva dalla città o dalla provincia in cui s'era nati, in Italia e fuori: adesso, invece — stando a una statistica di qualche anno fa — gl' Inglesi raggiungono una media annuale di 22 viaggi per individuo, i Belgi di 10, gli Svizzeri di 8, i Francesi, i Tedeschi, gli Americani di 5, gl'Italiani di 3, ecc. ecc. Ha ragione quindi chi afferma che le generazioni che viaggiavano in diligenza, in carrozze di poste e in altri veicoli isolati, non hanno nulla di comune con quelle che viaggiano col vapore e con l'elettricità.

Napoleone I, ritenendo primo di tutti, nel secolo, che la prosperità di un paese si desume dalle sue vie di comunicazioni, se ne interessò vivamente, in Francia e all'Estero — si devono, infatti, come vedemmo, a lui le prime

Una diligenza delle vecchie vie alpine.

grandi vie del Cenisio e del Sempione — e con le vie l'illustre generale s'interessò delle *Messageries* che si trasformarono successivamente da imperiali in reali, e da reali in nazionali. Nè i suoi successori le trascurarono, e lo prova il fatto che, nel 1805, in Francia, si annoveravano 150 strade imperiali; mentre nel 1825 vi erano 194 vie reali.

Interessanti le trasformazioni subite, di mano in mano, dalle vetture pubbliche. All'alba del secolo XIX, i veicoli più bizzarri lasciati in eredità dal XVIII, mantennero il campo, e Carlo Vernet, il finissimo umorista del pennello, ne ha, più che altri, eternate le fogge strane prestantisi largamente alla carica-

La parte posteriore di una diligenza.
(Da una incisione umoristica di G. de Cari, del 1823).

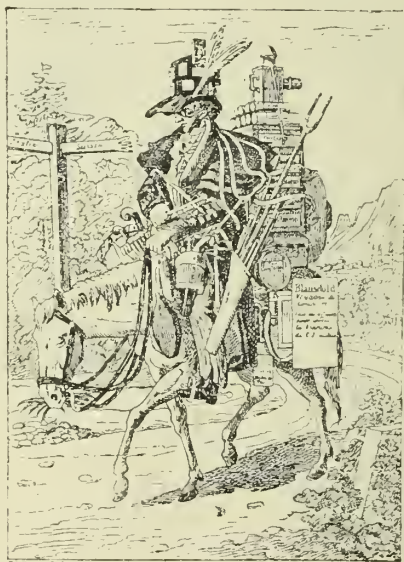
tura. Abituati alle paniere, alle gondole, alle *guimbardes*, i figli del primo decennio accolsero con entusiasmo, a Parigi e altrove — poichè anche allora Parigi era il centro della moda europea — i *velociferi* e i *celeriferi*, rapidi veicoli ai quali, come oggi alla bicicletta, i poeti elevarono i loro inni giocondi:

> Chez nous les coches n'allaient pas,
> La diligence allait au pas,
> Les fiacres n'allaient guères;
> Secondant notre goût léger,
> Un savant nous fait voyager
> Par les vélocifères!

Le grandi vetture a tre compartimenti, con l'imperiale pei bagagli, comparvero verso il 1820, e ad esse successero le nuove grandi diligenze, che ebbero parte importantissima nella vita dei primi quarant'anni del secolo. E con le vetture, si trasformarono i postiglioni, succedendo a quelli dai calzoni di pelle, dagli stivaloni a pompa, dalla giubbetta corta, gallonata, il cappello dalle larghe falde riversate sui parrucchini di canape; i cocchieri dalla *blouse bleue*, dal berretto di cotone, dal largo passa-montagne di panno azzurro, dalla bestemmia sempre pronta.

Nel 1830 le diligenze viaggiavano con la velocità di 8 chilometri all'ora.

Alle stazioni di partenza, vale a dire nelle città poste ai due estremi del percorso, bastava garantirsi il posto tre settimane prima; nei punti intermedi, bisognava rassegnarsi a partire quando si trovava dove sedersi. Le *carrozze di posta*, più comode ma anche più costose delle diligenze, arrivavano a percorrere persino 16 chilometri all' ora, bisognava però *fermarle* un mese prima della partenza, nè si era sicuri di raggiungere la meta in un dato periodo, per le mille accidentalità che non mancavano mai, e non ultima quella di doversi arrestare a mezza strada, per la mancanza dei cavalli di ricambio.

Così, con la media di 40 chilometri al giorno, e supponendo già costrutto il ponte della Laguna, per andare da Milano a Venezia, si sarebbero impiegati, nella buona stagione, circa cinque giorni, e non si trattava che di un percorso di 265 chilometri, percorso che ora, battendo la linea Milano-Verona-Venezia, si fa in 5 ore soltanto! In quanto all' estero, la *Revue Universelle* recava recentemente uno specchietto comparativo dal quale si rileva che per andare da Parigi a Calais — il famoso viaggio iniziato a spron battuto dai *Tre Moschettieri*, e compiuto soltanto dal D' Artagnan — occorrevano nel 1650 la bellezza di 123 ore; nel 1782 quelle ore si erano ridotte a metà; nel 1834 a 28; nel 1854 a sole 6.40, mentre oggi il treno diretto ve ne impiega 3.45. Così da Parigi a Marsiglia, distanza ora percorsa in 12 ore e mezza dal *treno éclair*, nel 1650 ce ne volevano 359, nel 1782 circa 184, oltre 100 di meno nel 1834, e appena 39 vent'anni dopo.

Il commesso-viaggiatore trasformato in bottega ambulante nell'atto di varcare il confine fra la Svizzera e l'Italia. — (Da una stampa tedesca del 1815).

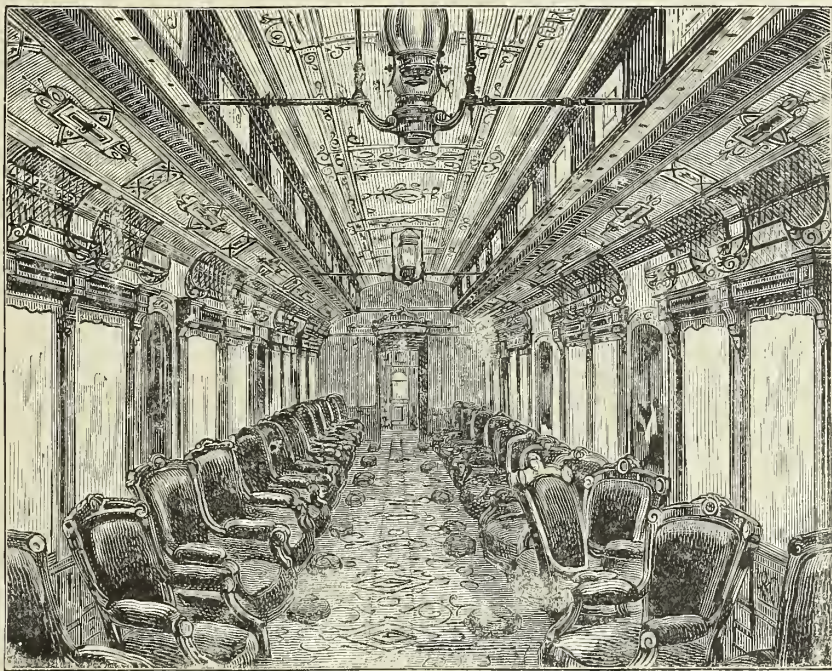
Le diligenze erano piccoli paesi ambulanti, con le relative classi sociali: l'aristocrazia e la grande borghesia nel centro, nell'interno, dai larghi sedili e dai soffici cuscini di piume; la piccola borghesia nell' esterno, sui sedili imbottiti di crini e ricoperti di pelle; e il popolo sull'imperiale. Un paese di una trentina d'abitanti, comprese le bestie domestiche, poichè una cagnetta o una gabbia di canarini non mancava mai. E poichè i viaggi duravano intere giornate, la comunione non tardava a stabilirsi fra i vicini di posto, e molto spesso da quelle comunioni derivavano relazioni cordiali, amicizie tenaci, caldi affetti e parentele affettuose. Viaggiandosi nella stessa diligenza, si desinava alla medesima tavola, nelle trattorie di campagna, succedentisi lungo le vie provinciali, ogni tanto; mentre i cavalli si rinfrescavano o venivano sostituiti da altri che avevano precedentemente riposato. E l'allegria regnava sovrana, in quelle famiglie formate dal caso, e presentanti i più svariati tipi: il grosso ecclesiasta, che per non perdere il suo tempo, tra il raccoglimento di un ufficio e l'altro, predicava di morale e di religione; il vecchio militare dai baffi in-

cerati, che non la rifiniva di cantare le glorie napoleoniche; il proprietario campagnuolo che deplorava il bel tempo o la pioggia, evocando le migliori annate o descrivendo i terrori della siccità, delle alluvioni, delle intemperie degli anni scorsi; il negoziante che cercava di interessare con l'esposizione minuziosa delle sue risorse commerciali; e il letteratucolo loquace, sprezzante dagli occhi pieni di orgoglio; il giovanotto fatuo e spiritoso ad ogni costo; la signora romantica, piena di nausee e di sorrisi di commiserazione; la bacchettona piena di scrupoli; la fanciulla sentimentale, piena di rossori; la balia prosperosa piena di sguaiataggini; e il monello insolente, la bimba leziosa, chiacchierina, il marmocchio dal guaito sempre pronto e che cogli orecchi costringeva spesso a turare — *pardon!* — anche il naso...

Interno di una vettura-salon nei treni americani.

Gli artisti vi si appassionavano, e la diligenza dette così il soggetto per geniali narrazioni romantiche, commedie satiriche, poesie giocose, stampe umoristiche. Chi non ricorda la caratteristica serie di stampe di Xavier Leprince: *Inconvenients d'un voyage en diligence?* Nel *Musée grotesque* serie parigina del 1823, troviamo fra le altre scenette graziose, un *Derrière de diligence*, a colori, di cui non resistiamo a riprodurre le linee generali. Tommaso di Montbel prese il pesante veicolo a pretesto per le sue dissertazioni filosofico-morali.

Fra gli altri tipi, egli ne descrisse uno così caratteristico da riassumere tutto un periodo storico: il commesso viaggiatore.

« Un commesso viaggiatore è un essere abituato e correre, come voi a mangiare: è un piccolo moto perpetuo: viaggia in tutti i modi, fuorchè sulle proprie gambe, che si riserva per correre le città, dai banchieri o dai negozianti. La diligenza è il suo elemento; egli rappresenta per la diligenza ciò che è il picciuolo per una pera: è là che trionfa e che la fa da padrone. Ne chiude talvolta la portiera e le finestre in un modo così imperioso, che gli altri viaggiatori si lascerebbero soffocare per la privazione dell'aria, piuttosto che osare di aprire un solo vetro. Il commesso viaggiatore tratta i conduttori come altrettanti garzoncelli, dà ai postiglioni del facchino e ai cavalli del ron-

Wagon-hôtel nei treni americani.

zinante; parla con enfasi dei paesi che ha percorsi, di quelli che non ha mai visti; racconta le sue gesta. È il primo a smontare; si fa mettere davanti le portate nelle trattorie, gitta via i tovagliuoli sporchi, fa servire, distribuisce le porzioni ai convitati, fa il prezzo per tutti e paga . . . per lui solo ».

Il tipo oggi è notevolmente modificato. Poichè i suoi colleghi di viaggio mutano ad ogni stazione, egli, piuttosto che passeggiare sui piedi del proprio dirimpettaio e penetrare coi gomiti nei fianchi vicini, come usava fare in diligenza, approfitta del quarto d' ora per ubbriacarli di chiacchiere, mostrando loro il suo campionario e intavolando qualche affare.

Un gran passo verso la democratizzazione dei mezzi di trasporto collettivi lo fecero gli *omnibus*, apparsi nell' interno dei grandi centri, verso il 1830. Parigi, *caput mundi*, ne aveva già nel 1828. Ai parigini furono annunziati da grandi cartelloni, in una chiara mattinata primaverile. « Queste vetture devono contenere dodici persone, al massimo venti » diceva l' avviso. « Esse prevengono del loro passaggio con un suono di trombetta di nuova invenzione. Sono organizzate in maniera che al minimo segno fatto al cocchiere e al conduttore si fermano immantinenti; l'ingresso è nella parte posteriore, in modo che non si corre alcun pericolo per salirvi o smontarne. Un conduttore, incaricato di riscuotere il prezzo della corsa, vigila pel mantenimento dell' ordine che deve sempre regnare, nella vettura. Le lanterne son disposte in modo da illuminare non solo la strada con grandi fasci di luce, ma l'interno della vettura e particolarmente sulla predella ».

All'apparire degli *omnibus* ci fu chi tentò tutt'i mezzi per gettare l'allarme nel pubblico, come più tardi accadde con le prime ferrovie; e sopratutto i cocchieri da nolo che si vedevano per essi spodestati. « È una cosa noiosa — dicevano gli avversarii — il trovarsi per venti o trenta minuti in compagnia di persone che non si son mai viste e che non si ha il tempo di poter conoscere ! » Ma dovettero rassegnarsi di fronte all'utilità pubblica, come si piegarono più tardi gli avversarii delle ferrovie alla « bestia prodigiosa » che fu la democratizzatrice per eccellenza, a malgrado delle sue tre o quattro classi distinte.

Gli *omnibus*, che resistettero alle grosse e pesanti carrozze a vapore, furono a loro volta spodestati in questi ultimi decennii dalle tramvie a cavalli, a vapore, ad elettricità, che sembrano il *non plus ultra* della locomozione, ma che certamente non ne sono l' ultima espressione, come vedremo in seguito.

E che progresso anche nelle comodità, per i viaggiatori, dai vagoni dei treni primitivi — duri di molle, che facevano ballarci le budella nel ventre, tutti aperti o con un soffitto che non ci permetteva di star ritti, con finestrini microscopici, con una vacillante fiammella ad olio — alle fastose carrozze dei treni moderni, arredate come altrettanti salotti e illuminate a gas e a luce elettrica! Sulle ferrovie italiane, non si è ancora raggiunto l'ideale; ma al di là delle Alpi?

Nei paesi settentrionali, per esempio, dove per contro le tariffe sono molto inferiori alle nostre, i treni sono forniti di ogni *comfort*, come accennavamo parlando della ferrovia Transiberiana. In Inghilterra, le carrozze comunicanti fra loro, hanno la cucina per tutte le classi, dove si mangia discretamente e non a prezzi esorbitanti, meglio che nei *buffets* delle nostre stazioni; e la notte i divani possono ridursi in altrettanti letti, senza far sentire il bisogno della *pullmann*. I compartimenti sono riscaldati convenientemente d'inverno, hanno ventilatori in estate, e tutti, indistintamente, sono muniti di lavatoi. Nelle vetture modello a scompartimenti, ve ne sono due collocati fra due compartimenti successivi, ossia, una zona traversale della vettura è divisa in due lavatoi, in uno dei quali si entra dallo scompartimento anteriore, nell'altro dal posteriore. Una specialità nei treni inglesi è il vagone per famiglia. È un compartimento ampio, aperto, con divani ai quattro lati, un tavolino da giuoco, nel mezzo, varie sedie, un lavatoio con specchio, ecc. L'uso di esso si può ottenere senza aumento di spesa, pagando semplicemente un *minimum* di tariffa.

Wagon-leet, nei treni inglesi ed americani.

Ai treni inglesi, quanto a comodità, somigliano molto quelli della Russia, nei quali similmente la 3.ª classe è fornita di sedili imbottiti; quelli tedeschi e quelli francesi; e come i treni, le stazioni, alcune delle quali sono vere opere

architettoniche. Londra ne ha tredici; quella di S. Pancrazio, bellissima, ha una disposizione ammirabile. Con essa è magnificata dai viaggiatori la stazione di York, che ha la tettoia a curva, unica nel suo genere. Così sono architettonicamente belle ed imponenti la Gare d' Orleans, a Parigi, e le stazioni di Liegi, di Francoforte sul Meno, di Dresda, di Vienna, di Berlino, di Buda Pest, ecc. ecc. . . .

Un tipo diverso hanno le stazioni ed i treni degli Stati Uniti. Come già vedemmo, le dimensioni delle locomotive americane superano di molto quelle delle nostre. La prima cosa, che ci colpisce, in esse, è lo *spazzaneve*, un grande spazzaneve che arriva all'altezza del piano su cui poggia la caldaia, e serve ad allontanare oltre che i corpi inanimati, le bestie di cui frequentemente sono ingombri i binarii, attraverso le immense estensioni ch'essi tagliano. In questo riparo che è formato d'assi di legno per ammorzare l'urto alla locomotiva nel caso di collisioni, è un enorme fanale, una specie di faro elettrico, che di notte illumina vari chilometri di via ferrata. Un mostro da un occhio solo, dunque: un ciclope di ferro policromo che ansa e sbuffa, scatenandosi, col suo pesante traino, e incute maggiore spavento nell'ampia solitudine delle lande o lungo le spiagge interminate. Generalmente esso non gitta il fischio *che sfida lo spazio:* s'accontenta di grugnire, mentre un acuto suono di campana è trasportato velocemente dagli echi. Nel tipo più comune, la parte anteriore della locomotiva riposa sopra un telaio girevole; e siccome la mobilità del carrello è possibile sol quando si tratti di ruote non motrici, così si fanno le ruote dell'asse medio, — trattandosi di sei ruote accoppiate — e quelle dei due assi medi — se le ruote son otto — senza labbro, affine di evitare una troppo forte pressione laterale sulle rotaie.

La vettura di un treno di lusso americano.

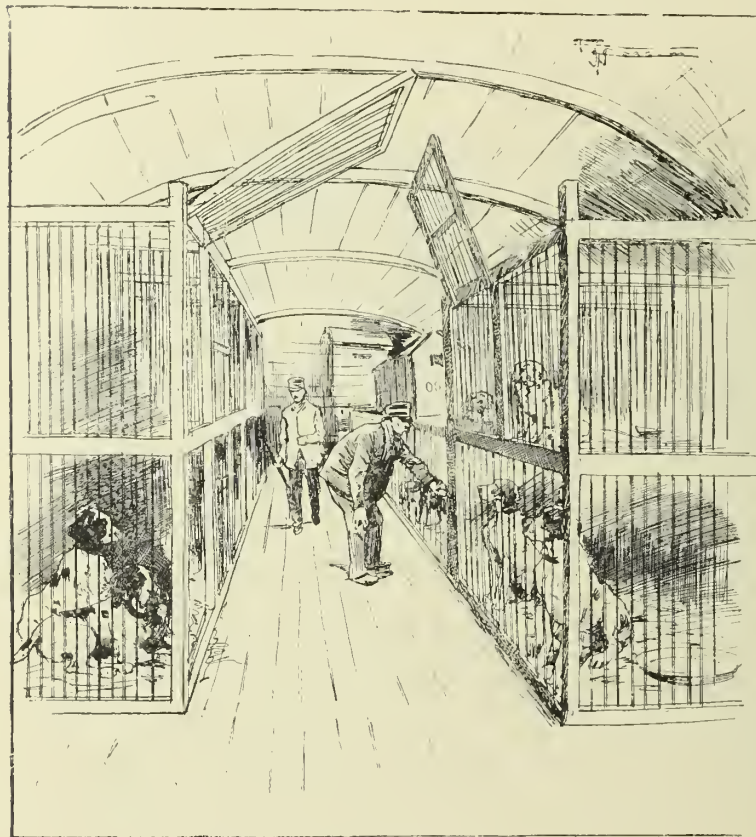
Alla locomotiva, in un treno ordinario, è attaccato il *tender*, poi la vettura della posta, quella dei bagagli e i *wagons* passeggieri, che hanno una classe unica. Il *tender* ha le molle del telaio al di fuori delle ruote; esse, con le estremità ripiegate all'indietro, riposano direttamente sui bossoli del telaio. I bossoli, ai

lati del carrello, sono uniti a coppie con cornici di ferro, le quali poi sono unite a loro volta da travi di legno traversali situate fra gli assi. I *tenders*, come le locomotive, come le vetture, sono molto più grossi di quelli europei. Per provvederli di carbone si usa spesso un mezzo molto pratico: un ponte che scorre traversalmente sopra ad una trincea della linea, con tubi che scaricano in pochi secondi il *coke* necessario. E per l'acqua c'è un'altra operazione ancora più spiccia ed ingegnosa. Sulle linee in piano, tratto tratto, sono scavati dei canaletti, fra le rotaie, lunghi un mezzo chilometro circa. In essi si lascia scorrere l'acqua necessaria prima dell' arrivo del treno, ed allorchè questo passa,

Vagoni-scuderia nei treni inglesi.

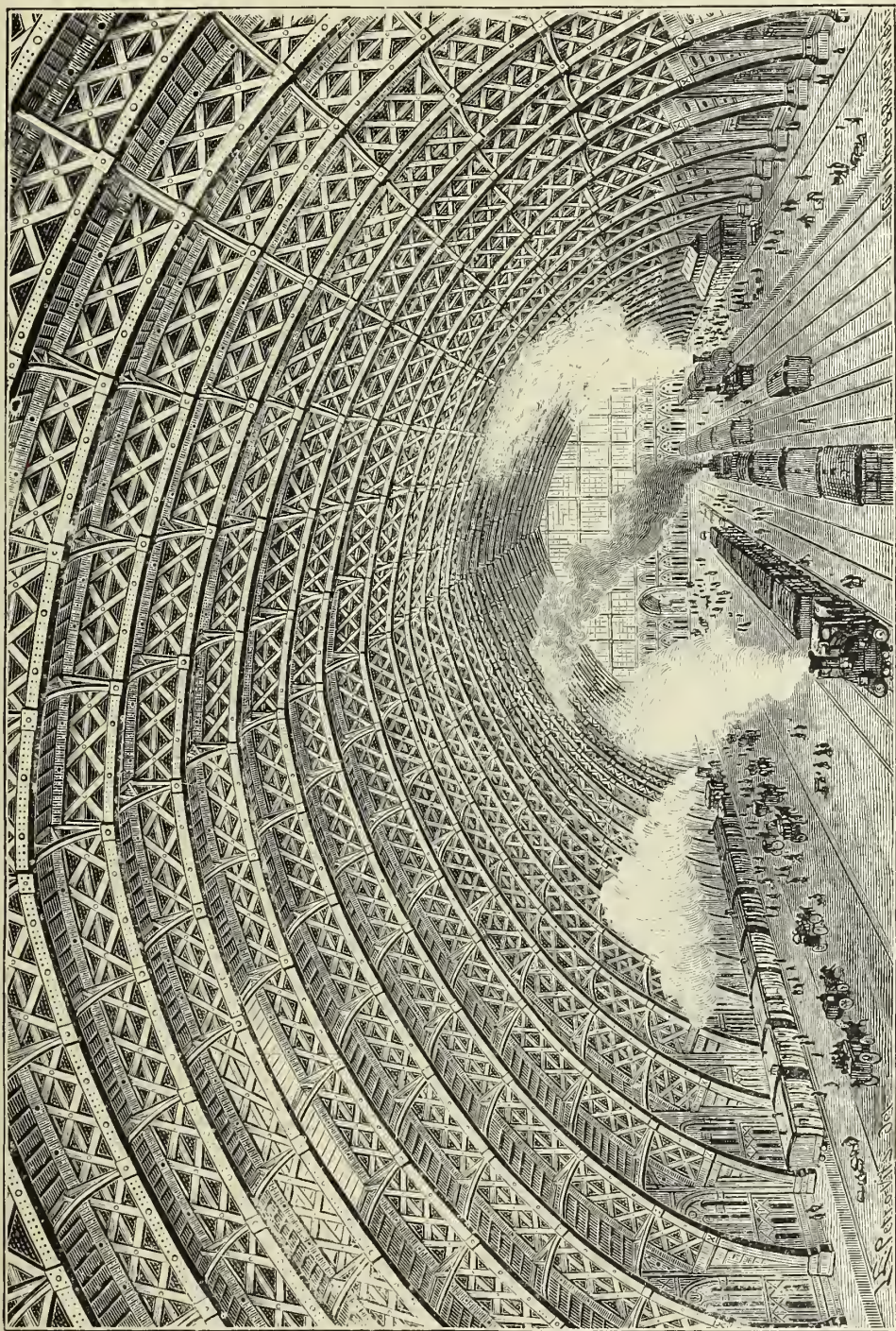
senza bisogno d'interrompere la corsa, si abbassa nell' acqua un tubo che è applicato al pavimento del tender. La velocità fa il resto, facendo salire a traverso il tubo la necessaria quantità d'acqua. I canaletti in parola, però, non sono dappertutto; solitamente i treni si provvedono d'acqua mediante i grossi serbatoi che sono presso le stazioni, dal tubo di alimentazione mosso da una grua o da una ruota a vento, come se ne incontrano specialmente nella ferrovia del Pacifico.

Il tipo dei *wagons* americani è adesso anche frequente nei treni europei ed italiani, quantunque un po' ridotto di mole. Lunghi carrozzoni con l'apertura ai due estremi e con due linee di sedili, fra le quali è uno stretto passaggio. Presso gl' ingressi, sono notevoli un catino per lavarsi, il relativo robinetto d'acqua calda d'inverno e gelata d'estate, con un bicchiere per dissetarsi, e un

water-closet. Le vetture comunicanti, e senza compartimenti, sono costruite in maniera che, in caso di scontro, esse non escano dalle rotaie ammonticchiandosi, ma si *telescopiano*, s'inguainano cioè a guisa delle diverse parti di un telescopio. Il treno così non deraglia, ma i viaggiatori in quel subitaneo giuoco di bussolotti restano schiacciati lo stesso!

Una vettura pei cani nei treni inglesi.

Nelle vetture ordinarie americane non si fuma. Si fuma in uno speciale carrozzone che muove la nausea come una fosca taverna da marinai, per il puzzo delle pipe e gli sputi gialli di nicotina. In compenso, le vetture in cui si mangia e si dorme, sono di un lusso e di un' eleganza sfacciati. Se potete spendere un paio di dollari al giorno più degli altri, potete occupare le vostre ore, nei lunghi viaggi, come si occuperebbero in un elegante piroscafo, durante una traversata oceanica: trovate larghi divani per sdraiarvi, tavolini di lettura e da giuoco, scaffali con libri, salottini da *toilette*, ecc. ecc., con ottime colazioni rifredde e con succolenti pranzi fissi o alla carta. Dopo il desinare, la vostra vettura-*salon* si trasforma in una magnifica *sleeping-room*, con letti soffici, lenzuola odoranti di bucato e con un servizio inappuntabile di negri che, senza mancia, vi fanno trovar le scarpe, all'indomani, come due specchi lucenti... E precisamente come nelle traversate di mare, voi potete prendere, partendo, un biglietto che dia diritto a tre pasti e al letto, mettendovi d' accordo con una delle numerose agenzie che hanno le loro rappresentanze in ogni stazione, e non pensare più a nulla fino alla stazione di arrivo, neanche al vostro bagaglio che, di solito, nei viaggi americani, dovete trasportare voi stesso sul treno, essendo quella dei facchini un'istituzione europea punto in uso, laggiù.

La *Canadian Pacific Railway* ha treni di un lusso veramente sfarzoso. Esteriormente i suoi vagoni sono di *acajou* verniciati, senza colore; internamente i divani della 1.ª classe sono coperti di un elegante velluto *frappé* a colori chiari, le pareti e i soffitti ad arcate e sostenuti da svelte colonnine, sono ricchi di fregi ad intaglio, di lampadine elettriche, di dorature e vetri

colorati. Per la notte ci sono le *state-rooms*, come le chiamano laggiù, ossia camere di lusso a somiglianza di quelle che si trovano nei piroscafi più moderni. Ciascuna camera contiene una specie di cuccetta e un divano, oltre a

La tettoia della grande stazione di S. Pangrazio a Londra.

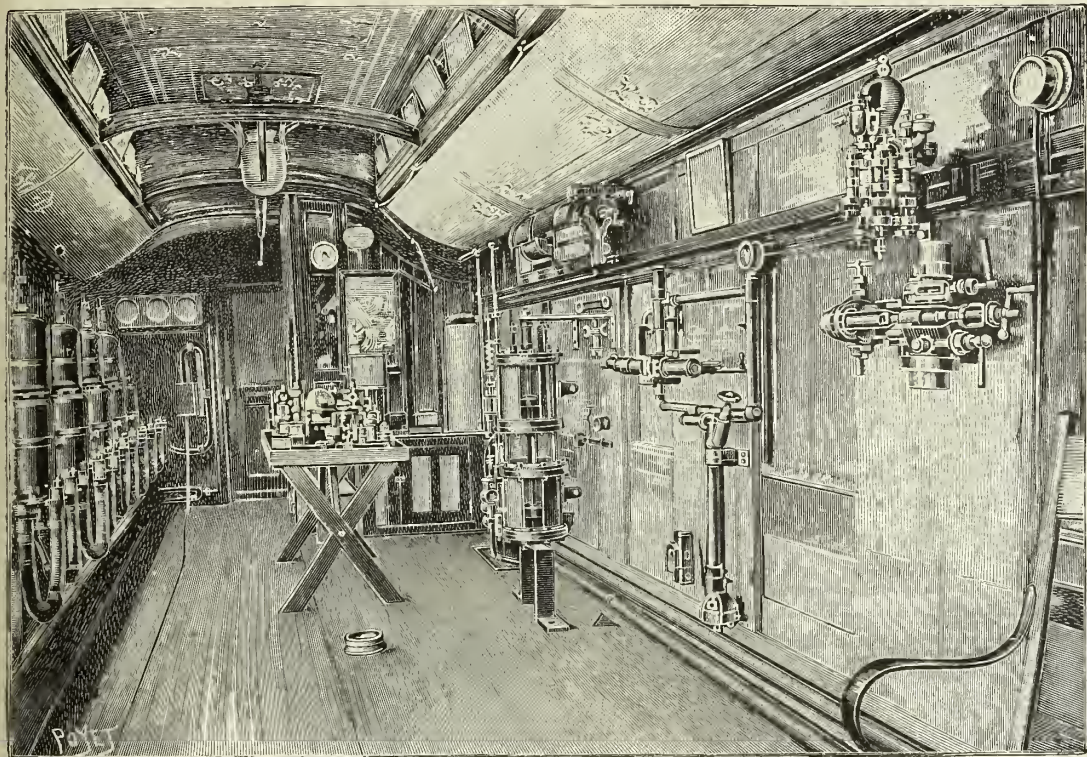
una *toilette*, ad un *water-closet* ed alle necessarie sedie imbottite e ricoperte di velluto, come le tende delle larghe finestre e quelle del letto. Stando coricati, si può leggere benissimo, essendo lampadine elettriche dovunque, oltre che nel soffitto. Lo stesso lusso di decorazioni regna nei saloni per conversare, per fu-

mare e per pranzare, sì che si ha la perfetta illusione di stare in un grande albergo ambulante.

Negli Stati Uniti non si viaggia soltanto per terra; e le ferrovie fra le nuvole non servono soltanto per avvicinare con ponti colossali le fauci di una gola profonda o le sponde di un largo fiume. Ci sono anche le ferrovie pensili, che s'iniziarono con la famosa *Elevated-railroad* di New-York. Essa corre presso che all'altezza di un terzo piano, su un duplice binario ai due lati delle *avenues*, l'uno per i treni che salgono la città, l'altro per quelli che la discendono. Sono sostenuti da colonne di ghisa fatte ad Y, una specie di quelle per il *trolley* dei tram elettrici, e a qualunque punto della città uno si trovi, alzando gli occhi li vede sempre, come da noi i fili dei telefoni. È una costruzione semplice ma arditissima, come gli americani avrebbero potuto concepirla, specie per le curve rapide che descrive; i disastri tuttavia sono assai più rari che nelle ferrovie comuni. Per poter passare, in casi di accidenti, da una linea all'altra, una specie di ponte le unisce di frequente, e permette che un treno possa mettersi sull'altro binario. Ai lati esteriori, ci sono dei rialzi in legno, in maniera che se un treno esce dalle rotaie, non precipiti sulla strada, dove un altro esercito di vetture d'ogni specie rotolano, su rotaie e fuori, tram ed omnibus, carrozze private e *broughams* da nolo, con una folla di automobili di tutte le dimensioni, di biciclette veloci come frecce, di venditori ambulanti e di pedoni sempre affrettati...

Vagone di terza classe nelle ferrovie russe.

Le stazioni si succedono alla distanza di circa 300 metri, e si trovano generalmente sulle piattaforme dei crocicchi. Vi si monta per una scala e per un'altra si discende. I biglietti, di prezzo unico — cinque *cents*, ossia circa 26 centesimi nostri — si prendono automaticamente nel salire, e nello scendere si gettano in un altro ordigno che permette all' impiegato di controllarli. Ad ogni stazione il treno sosta per qualche secondo, dando ai viaggiatori che sono agli sportelli appena il tempo di smontare e a quelli che l'aspettano di precipitarsi nei vagoni. Anche qui, guai al viaggiatore che non sia pratico dei luoghi o della lingua: di ciò che avvertono i conduttori ad ogni fermata, gli orecchi poco avvezzi non capiscono nulla, sì che si corre spessissimo il rischio di finire al punto opposto di quello che si voglia raggiungere.

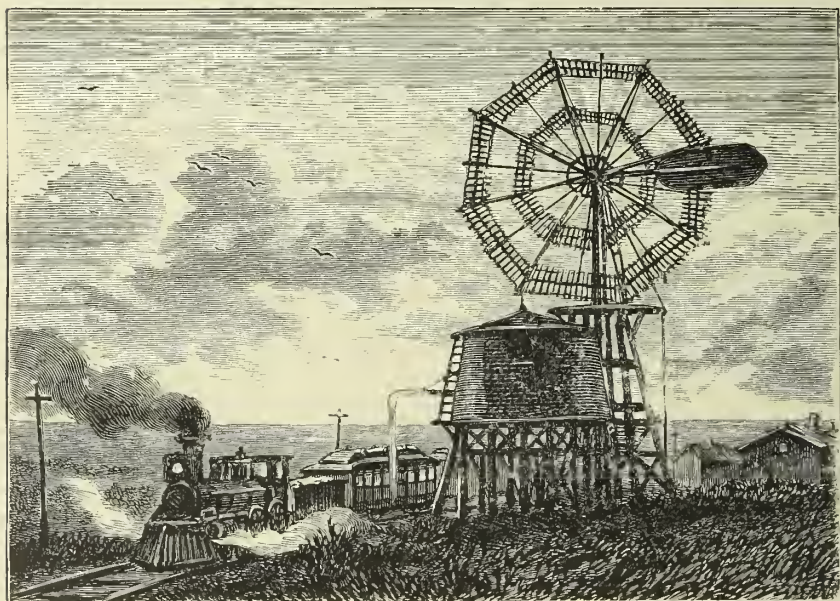
I treni si componevano sino a qualche anno fa della locomotiva — che aveva nella parte inferiore come un gran recipiente dove si raccoglievano le ceneri e l'acqua di rifiuto, per non farli cadere sui passanti, — e di due o tre vagoni di grande dimensione, con comodi sedili e ben riscaldati d'inverno,

Interno d'un vagone-scuola americano.

sistema americano. La trazione elettrica andrà sempre più facilitando la bisogna, eliminando fra gl'inconvenienti persino gli sbuffi di fumo che andavano spesso a riempire le abitazioni laterali.

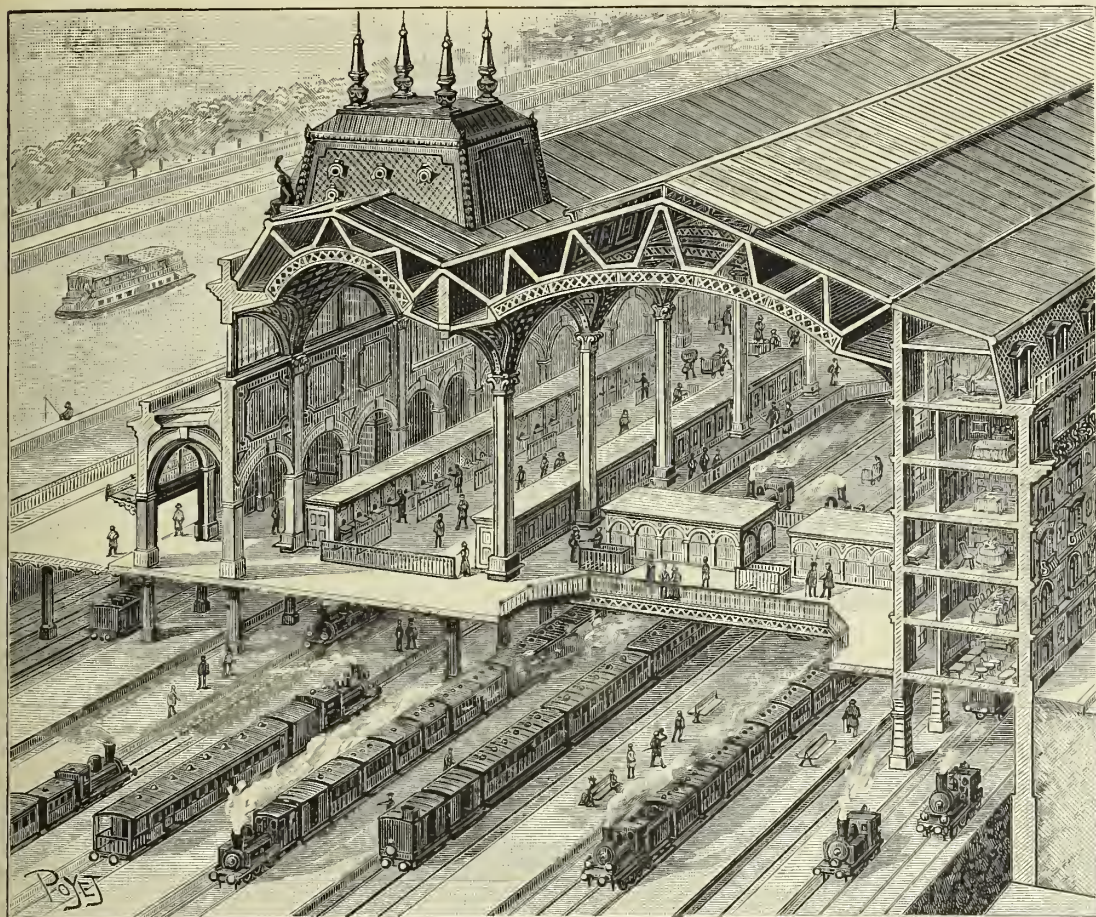
L'*Elevated railroad* non esiste soltanto a New-York. Ne sono provviste le altre grandi città americane del Nord, come Boston, Cincinnati, Chicago (dove una metropolitana aerea per trazione elettrica funziona fin dal 1890); e ne è provvista, in Europa, la immensa capitale britannica, per la cui vita tumultuosa non vi son mezzi di trasporto che bastino.

Di altra specie è la ferrovia aerea che si sta costruendo a Berlino, e che si è già costruita, pure in Germania, tra Barmen ed Elberfeld, due importanti centri commerciali. Per facilitare le comunicazioni fra queste città, alle quali erano insufficienti le linee tramviarie, si pensò di costruire la ferrovia aerea al disopra del corso fluviale della Wupper. La struttura della ferrovia consiste in una serie d'armature di ferro resistenti sulle sponde del fiume. Le armature saranno rilegate superiormente da traverse, e da una trave longitudinale. Nei tratti poi dove la ferrovia attraversa delle strade ordinarie, dei sostegni verticali sosterranno le armature inclinate. Le stazioni, che saranno situate ogni 500 o 600 metri, comunicheranno colla ferrovia mediante scale. Il sistema di

trazione sarà elettrico. Le vetture saranno sospese ad una guida fissata alla trave longitudinale. Varie precauzioni furono studiate per ovviare ad ogni accidente. Ciascuna vettura potrà contenere da 50 a 60 viaggiatori, e correre con la velocità di 30 a 35 chilometri all'ora. Le vetture si manterranno sempre orizzontali e passerranno ad un'altezza di 5 metri al di sopra dei ponti. Si stima che la spesa si eleverà da 10 a 15 milioni di lire. Sarà interessante vedere se il nuovo tipo sarà suscettibile di generalizzarsi in casi analoghi.

I *tram* aerei sospesi sono impiegati da molto tempo, negli Stati Uniti e in Inghilterra, nell'industria, per il trasporto delle piccole mercanzie: qualche anno fa si applicò lo stesso sistema anche per i viaggiatori. I curiosi veicoli sospesi corrono sotto grossi fili tesi attraverso lo spazio, essendo le ruote poste superiormente ai vagoncini. Questi discendono trascinati dal loro peso e risalgono le funi per mezzo di una forza motrice, che è alla stazione di arrivo o di partenza.

Stazioni d'acqua nelle praterie americane.

Il più vecchio tipo di metropolitane, che formano un contrapposto con le ferrovie aeree, sono le linee sotterranee, come quella di Passy, — cui accennavamo nel precedente capitolo, — create del pari dal bisogno d'internare le ferrovie in tutt'i punti di una grande città. Se le linee aeree furono di difficile costruzione meccanica, quelle sotterranee presentarono difficoltà assai maggiori, per evitare, segnatamente coi trafori, che ne derivassero danni ai fabbricati delle vie, e che si spezzasse un corso d'acqua o una conduttura di gas.

Un giornale inglese, il *Dayly Mail*, ha avuto testè l'idea originale di mostrare graficamente il movimento della metropolitana londinese, mediante la sezione trasversale di una via di quella capitale, dall'altezza di un secondo piano alla profondità di una trentina di metri sotto il piano stradale. Riproduciamo il disegno che è un riassunto dei mezzi di trasporto di Londra. Siamo in piena *City*, nella *Queen Victoria Street:* in alto si vede un treno della ferrovia pensile; nel mezzo, il *tramway* elettrico, un omnibus, varie vetture, fra cui un leggerissimo *cab*, un paio di biciclette, un cavaliere, parecchi pedoni; nel sottosuolo prima le condutture elettriche, i tubi del gas e dell'acqua; poi, a circa 6 metri, la volta dell'*Underground*, il metropolitano primitivo, e più giù an-

Veduta in sezione della Nuova « Gare d'Orleans » sul « quai d'Orsay » a Parigi.

cora, sotto il gran collettore, a 25 metri dal suolo, il tubo metallico che è il passaggio del *City and Waterloo Railway*. Nessun disegno tuttavia potrebbe dare una esatta idea del movimento della più grande capitale europea, che soltanto nella *City* conta circa 6 milioni di abitanti. Basti dire che le linee ferroviarie portano cotidianamente 960.000 viaggiatori suburbani, senza contare quelli che sbarcano dai 3170 *omnibus* e dai 1000 *tramwais*. Si è calcolato che ogni ora, per lo *Strand*, passano 5660 pedoni e 1288 veicoli diversi, e per *Cheapside*, una delle vie del quartiere d'affari, 6358 pedoni e 992 veicoli.

Come si fa con tanto movimento a non utilizzare tutto lo spazio possibile? Ed ecco la trazione animale, l'aria compressa, l'automozione, la trazione elettrica, le vie mobili, le ferrovie sospese, in alto, in basso, sotto il suolo, sopra i tetti, in terra e in acqua, dovunque, e probabilmente presto anche in aria, coi palloni. Che cosa potrà stupirci, oramai?

In Inghilterra ed in America le ferrovie ad aria compressa funzionano già dal 1895. Sono di un sistema abbastanza originale, dovuto al Popp, e che permette al tramway di alimentarsi senza interruzione durante il percorso, per evitare il ritorno all'officina di compressione. Quando la vettura arriva su uno dei serbatoi dell'aria compressa, che sono a breve distanza, le ruote fanno ab-

bassare un pedale che apre la valvola in rispondenza con la chiusura degli accumolatori della vettura, e i cilindri si riempiono d'aria. Il sistema è della massima semplicità e presenta il vantaggio di una solidità a tutta prova. Di altro sistema sono i *tramwais* ad aria compressa impiantati in Francia da parecchio tempo. La Compagnia degli Omnibus cominciò coll'installare tre servizî: dal Louvre a Saint-Cloud e a Versailles, e da Vincennes a St. Augustin, che dànno un percorso totale di 38 chilometri. Il servizio delle 2 prime linee è fatto con locomotive che trasportano vetture di 51 posti a imperiale coperto. E sulla linea di Vincennes si utilizzano vetture automobili a 51 posti e a imperiale coperto, e che possono rimorchiare eventualmente una vettura della stessa capacità.

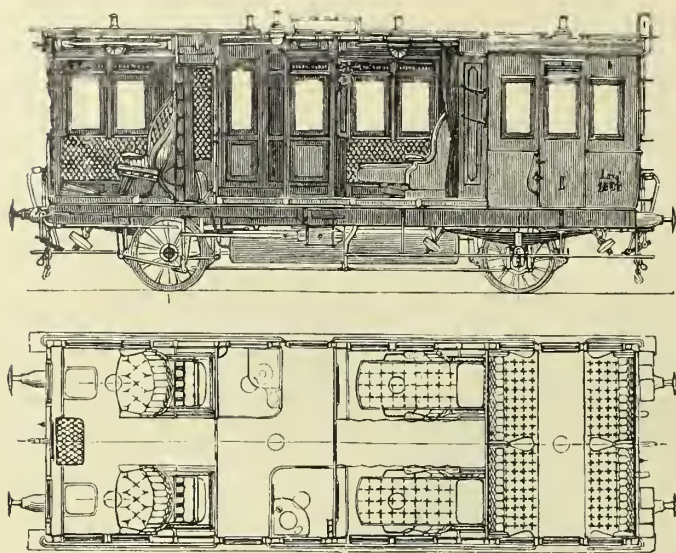
L'elettricità, però, fece ben presto passare in seconda linea l' aria compressa. La trazione elettrica s'è introdotta in Europa appena cinque o sei anni fa. In Germania, come dicevamo nel primo capitolo, ha fatto, più che altrove, rapidi progressi: alla fine del 91 tre città avevano le tramvie elettriche; nel 92 le città eran cinque, nel 93 undici, nel 94 venti, e poi trentaquattro nel 95, quarantadue nel 96, cinquanta nel 97, ecc. Complessivamente, la Germania contava nel 1897 oltre 642 km. di ferrovia elettrica, nel 98 tale cifra si era elevata a 1138; la Francia nel 97 ne aveva 279 km. e nel '98, *396*; l' Inghilterra in due anni 127 e 157; la Svizzera 78 e 146; l'Italia 115 e 132; l'Austria-Ungheria 83 e 106; il Belgio 34 e 69; la Spagna 47 e 61; la Russia 14 e 30; la Svezia e la Norvegia 7 e 24; e così via. E altri notevoli aumenti si vanno facendo nell'anno in corso. Gli è che con la trazione elettrica si evitano parecchi inconvenienti: il fumo della locomotiva a vapore, il cattivo odore dei motori a gas, il rumore sgradevole della trazione ad aria compressa, ecc. È vero che la conduttura aerea a mezzo del *trolley* fa perdere molto all'estetica delle città; ma a cotesto inconveniente si può facilmente riparare adottando il sistema a canalizzazione sotterranea, ora in prova a Parigi, e quello degli accumulatori, già in uso a Torino, come vedemmo. Le vetture parigine sono spesso a due piani, specie per il servizio *extra-muros*, e l'accumulatore è applicato sempre al di sotto.

Enormi vantaggi si hanno pur nelle applicazioni elettriche alle ferrovie, e segnatamente per quelle sotterranee. Dopo le soddisfacenti prove compiute nella galleria di Baltimora, tali applicazioni si estesero molto, e noi citeremo quelle interessantissime di Nantasket-Beach, in America, di Cichago e di Budapest. Presso di noi vedemmo già decisa la trazione elettrica per la Galleria dei Giovi e per quella del Sempione.

Tra le locomotive elettriche, quelle dell'ing. Heilmann sembrano riassumere tutte le caratteristiche per la migliore fortuna. Il primo modello fu presentato nel '93 dell' Heilmann; recentemente, e col nome di *Fusée N. 2* a ricordo della locomotiva di Giorgio Stephenson, lo stesso ingegnere ne ha presentato un altro perfezionato, di grandissima potenza. Egli ha pensato di rendere indipendente la macchina motrice dagli assi delle ruote. Il carro o *truck* è un telaio di quasi 16 metri di lunghezza che si appoggia alle estremità su due carrelli da quattro assi cadauno; sì che la locomotiva ha 16 ruote. Sul carro sono successivamente disposti: 1.° una grande caldaia, con serbatoi

rettangolari per l'acqua d'alimentazione; 2.° un apparecchio motore a vapore — tipo delle macchine fisse — composto da 12 cilindri, ogni coppia dei quali

Londra: La stazione di S. Pancrazio (esterno).

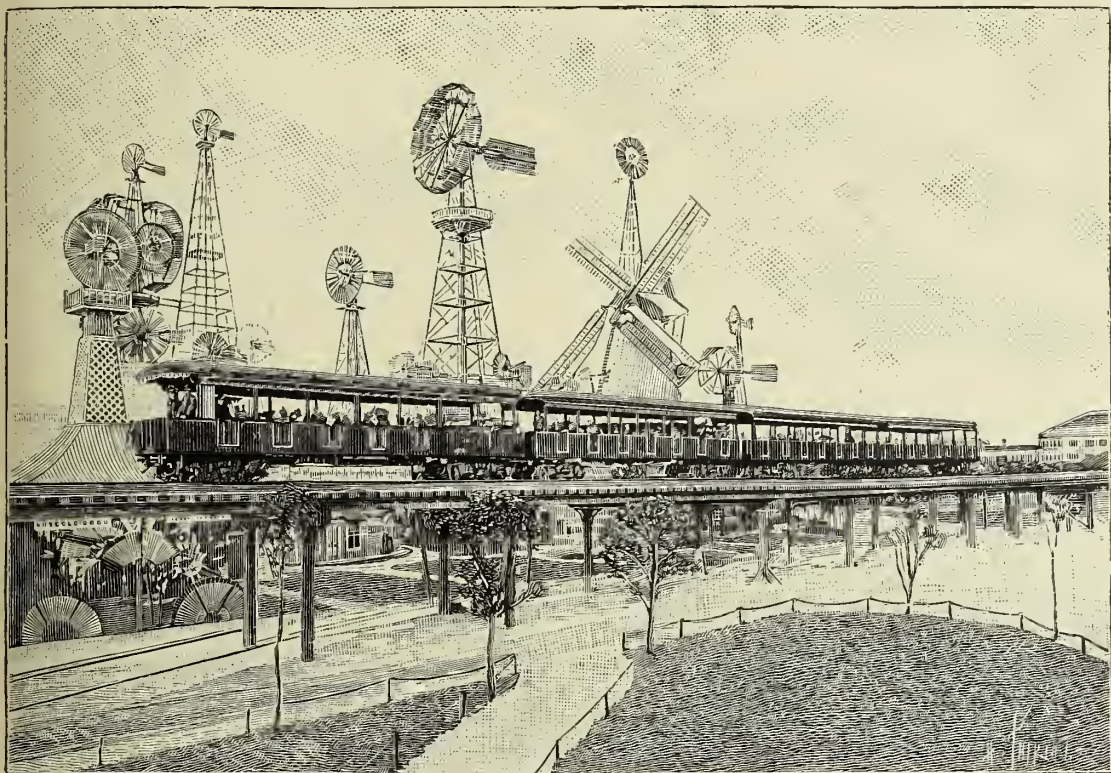
disposta verticalmente consta di un cilindro ad alta pressione sovrapposto all'altro per l'espansione; 3.° due dinamo, il cui albero è accoppiato diretta-

Carrozza italiana di I Classe con compartimenti a letto.

mente con quello della macchina a vapore e compie 400 giri al minuto; 4.° otto motori elettrici che ricevono la corrente dalle dinamo, ciascuno dei quali è destinato a far girare uno degli assi delle ruote, tutte motrici e indipendenti. Il macchinista e il fuochista stanno in un ridotto centrale; il manovratore, in una garetta, sul davanti formato a becco per diminuire la resistenza dell'aria; il fumajuolo è all'estremità posteriore.

Un'altra costruzione molto ingegnosa e che molti preferiscono a quella sopra descritta è la locomotiva studiata dall' ing. Bandry della Comp. de Lyon, messa in esecuzione dall' ing. Auvert della medesima Società, e già in azione sulla linea Paris-Melun, da un paio d'anni. Vale la pena di soffermarsi un po' anche sopra a questa. Essa possiede tre assi, di cui in due soltanto sono motori, e può sviluppare la forza di una locomotiva ordinaria *express;* ma basterebbe raddoppiare il numero degli assi motori per darle la potenza normale delle macchine attuali. Essa è seguita da un carro, su cui stanno gli accumulatori e la trazione del quale assorbe una parte notevolissima della sua potenza, in ragione del suo peso fortissimo; ma è evidente che il carro potrebbe essere sostituito da un carico utile se la corrente elettrica agisse per mezzo di un conduttore speciale. I tre assi della locomotiva hanno tutti il medesimo asse di rotazione, m. 1.100. L'asse anteriore è asse di sostegno, e dista *6* metri da quelli posteriori; i quali alla lontananza di m. 2.200 l'uno dall' altro, sono motori e tra di loro indipendenti: agiscono, ognuno per proprio

Carrozza italiana di II Classe con ritirata.

conto, sotto l'impulso diretto di un elettro-motore di special disposizione. L'intensità normale della corrente che può sopportare un elettro-motore in continuo cammino è di 700 *ampères* e la potenza effettiva corrispondente è di 300 cavalli con la velocità di 500 giri, che dànno, in cammino, 103 chilometri al-

l'ora. In queste condizioni la differenza di potenziale di un elettro-motore è di 360 volts. La capacità utilizzabile dei 18 elementi d'accumulatori portati dalla locomotiva è di 1500 *ampères*-ora. Gli elettrodi d'ogni elemento rappresentano un peso di 140 chilogrammi. Il peso totale della locomotiva è di 44.500 chilogrammi, di cui 12.500 sono divisi sul primo asse, e 16.000 su ciascuno degli altri due. Quanto al carro, esso è sostenuto da quattro assi, le cui ruote hanno m. 0.990 di diametro ed il cui massimo scarto è di m. 7.700. Il peso totale è di 45.800 chilogrammi. Gli elementi di accumulatori sono in

Veduta di un treno della ferrovia pensile intra-murale negli Stati Uniti.

numero di 192 e possono dare 1000 *ampères*-ora al regime medio di 500 *ampères*. Gli elettrodi d'ogni elemento pesano 90 chilogrammi. Gli elettro-motori che costituiscono gli organi fondamentali della locomotiva elettrica sono in numero di due e disposti ciascuno sopra un *asse-motore:* ognuno di essi è formato da un motore elettrico che agisce direttamente sull'asse. Questo motore è interamente simmetrico in rapporto al piano verticale longitudinale della locomotiva e sopporta due collettori. Il sistema induttore si compone di due grossi elettro-*aimants* d'acciaio dolce, a forma di ferro di cavallo, che sono posti l'uno davanti, l'altro dietro l'asse e le cui parti polari abbracciano la maggior estensione di superficie esterna dell'indotto. Dalla culatta di queste due elettro-*aimants* partono due appendici terminanti in due cuscinetti speciali. L'indotto è di sistema Brown a conduttori racchiusi in armature di ferro.

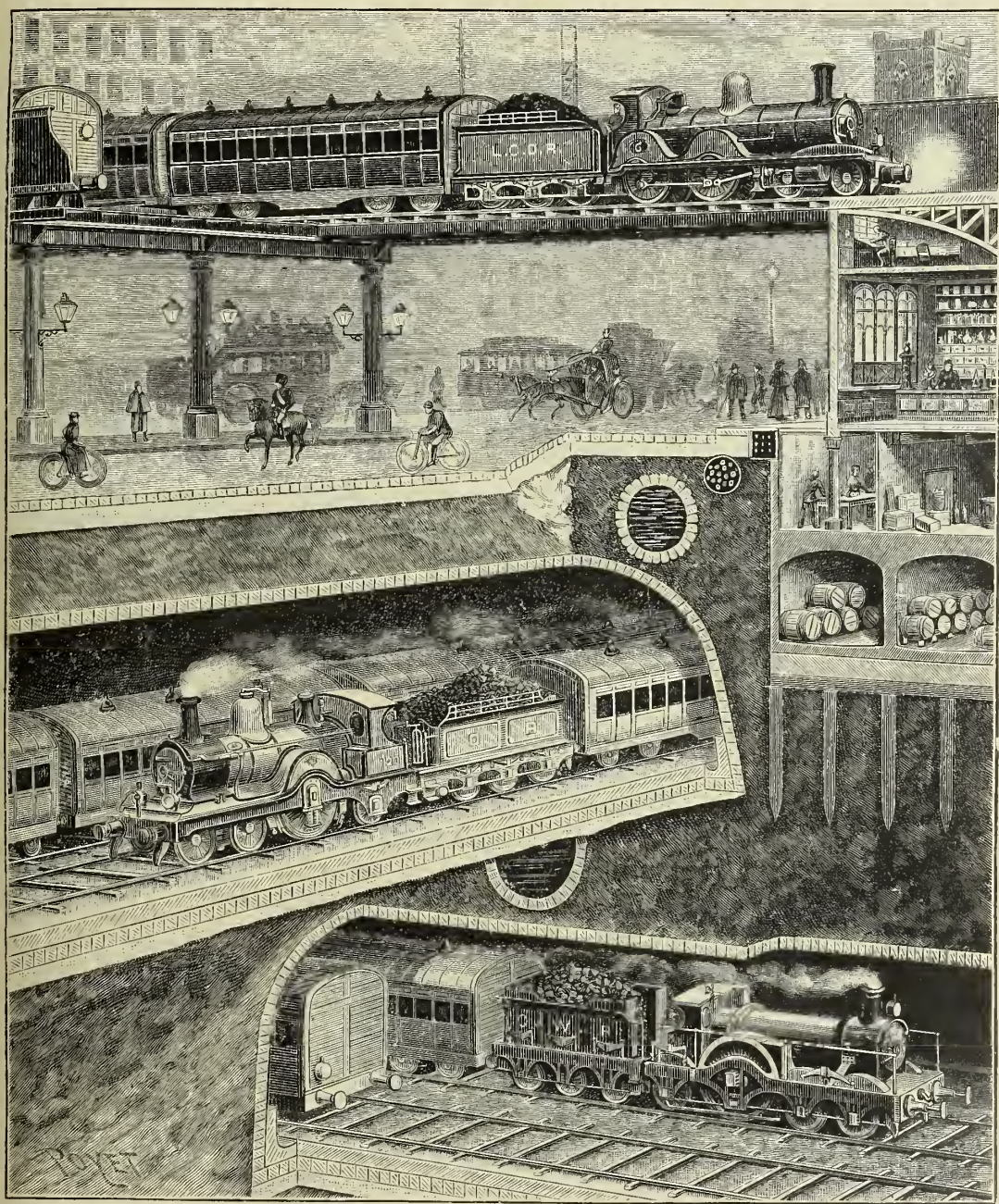
I conduttori sottoposti all'induzione, in numero di 150, sono costituiti da

barre massicce di rame a sezione elittica di 64 millimetri quadrati, racchiuse in tubi di micanite. Ogni tubo passa per un foro fatto nell'armatura vicino alla superficie esterna. La corrente viene infine trasmessa all'indotto per mezzo di quattro sistemi; due per collettore. La locomotiva elettrica comprende inoltre diversi apparecchi di manovra e di controllo, messi a disposizione del meccanico e che noi enumeriamo senza troppo soffermarci intorno ad essi.

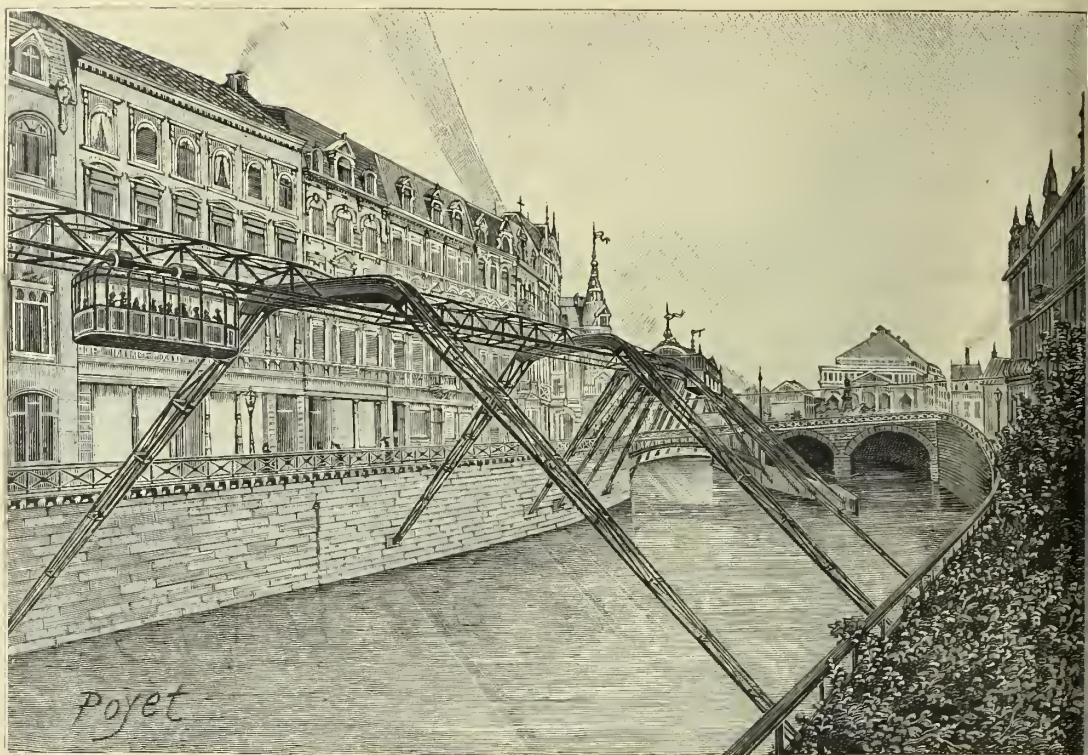
Tra i freni ne troviamo uno a mano come apparecchio meccanico, poi due come apparecchi pneumatici (uno automatico, l' altro moderabile) ed il fischio; vengono poi, come apparecchi elettro-pneumatici, il cambiamento di direzione e il disgiuntore automatico; infine, come apparecchi puramente elettrici, troviamo il contatore della corrente principale e parecchi altri. In ultimo, vi sono gli apparecchi di controllo: *ampèrometri* e *volmetri*. Il primo viaggio di questa locomotiva avvenne il 26 novembre 1897, con 48 soli elementi nel carro degli accumulatori, che poi passarono a 100 e formarono la batteria completa a 191. Il carico massimo rimorchiato tra Parigi e Melun raggiunse 147 tonnellate, compreso il carro, non la locomotiva, alla velocità di 45 chilometri all' ora. Abbassando il carico a 100 tonnellate soltanto, si poterono ottenere i 100 chilometri all'ora, velocità destinata a divenire normale.

L'elettricità ha preso oramai anche il suo posto nel campo degli automobili, come fece già il vapore ai primi del secolo. E così la generazione attuale si allontana sempre più dal nobile ed estetico animale che costituì per secoli e secoli la passione dei ricchi. Secondo lo *Scientific American* la prima vettura elettrica sarebbe apparsa nel 1841. Su di essa, infatti, l' *Edimburgh Evening Journal* di quell'epoca ci fornisce le seguenti notizie: la vettura che misurava metri 4.90 per 2.10 e pesava circa 6 tonnellate, veniva mossa da 8 potenti elettrocalamite. Su ciascuno dei 2 assi era fissato un cilindro di legno, sul quale erano disposte 3 sbarre di ferro equidistanti l'una dall'altra. Le calamite agivano direttamente. Un commutatore costituito da un cilindretto di legno e da segmenti di rame inviava opportunamente la corrente n. ıla elettrocalamita. Quanto progresso da allora! Le sei tonnellate del 1841 sono andate sempre più alleggerendosi, mentre

Fossi per la rifornitura d'acqua nei treni americani.

aumentava la velocità, e ora la maggior parte dei veicoli elettrici non pesano, in media, che 500 chilogrammi, e la loro speditezza nella corsa realizza la divinazione di Ruggiero Bacone, che fin dal XIII secolo prediceva « le vetture

Veduta sezionale di una via di Londra.

noventisi senza animali, con la velocità fantastica dei leggendarii carri falati ». Altro che fantastica ! Se ci sono già delle vetture che percorrono 100 chiometri all' ora, come niente . . .

Di carrozze elettriche ad accumulatori, o più brevemente *accumobili*, se-

Ferrovia sospesa fra Barmen ed Erberfeld (Germania).

condo il battesimo dell'Hospitalier, si è tenuta qualche mese fa a Parigi un interessante esposizione, che ha dato ad esse la vittoria su tutte le altre au tomobili ad aria compressa, a petrolio, a benzina, ecc. ecc. ed esse saranno preferite nel servizio pubblico della capitale francese, come già lo sono a New York e a Londra. L'esercizio di una carrozza a un cavallo costa, a Parig in media fr. 19.37; nelle stesse condizioni e facendo lo stesso percorso, un carrozza con motore a benzina costerebbe sette franchi di più, mentre un'*ac cumobile* appena fr. 19.85 vale a dire 48 centesimi più di una carrozza a tra zione animale. Questo tenue aumento però sarà compensato largamente dal resistenza maggiore della carrozza elettrica, che può eseguire un maggio numero di corse e stando ferma non perde energia. Può ritenersi perciò com certa l'adozione dell'*accumobile* nei servizi pubblici, all' Estero come in Itali e noi la vedremo filar presto, come ora i *tramwais*, sul selciato delle città it liane, ma ancora più docile e silenziosa, ancora più rapida ed elegante...

Dopo la terra, l'acqua. Le applicazioni del vapore alla locomozione ac quea si tentarono in questo secolo quasi contemporaneamente a quelle sul terra, e rapidamente assursero anch'esse a un posto tale che richiederebbe pi che un cenno fugace se non si trattasse qui di un intermezzo sul modo viaggiare. Varî tentativi erano stati fatti, qua e là, specialmente in Franci sulla fine del secolo scorso; ma il più notevole si ebbe nell' alba di quest per opera dell'americano Roberto Fulton, che mise in moto meccanicamen la prima nave nelle acque della Senna, fra lo stupore e la derisione dei Pa

FERROVIA DEL SEMPIONE E TRACCIATO DELLA GRANDE GALLERIA IN COSTRUZIONE

Segni Convenzionali

L'equidistanza è di 50 metri

- Strada di 1.a cl. Grande arteria dello Stato
- " 2. Comunicaz.e fra capoluogo di provincia e di circondario
- " 3.a Comunicaz.e secondaria
- " 4. Non sempre praticabile
- Strada Napoleonica
- Prog. Ferrovia del Sempione
- Galleria " "

Nord

Sud

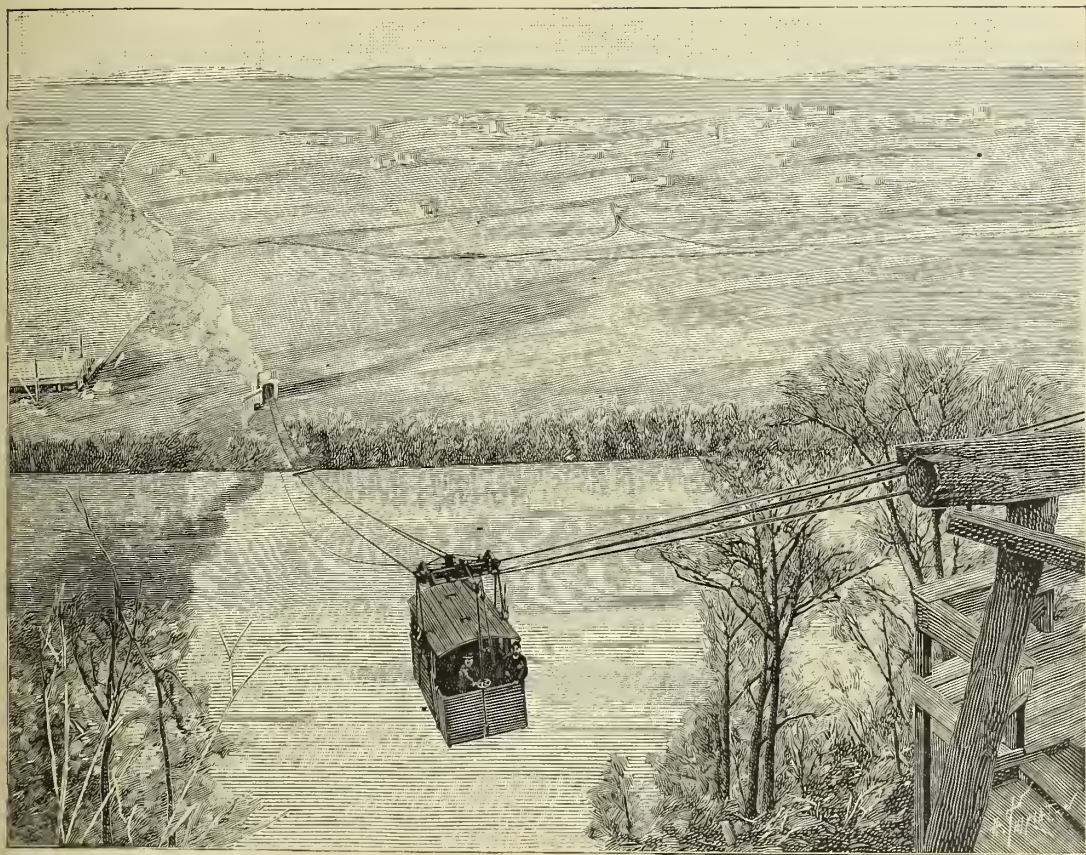
1 : 125000 pari a 8 mill. per chil.

0 1 2 3 4 5 Chil.

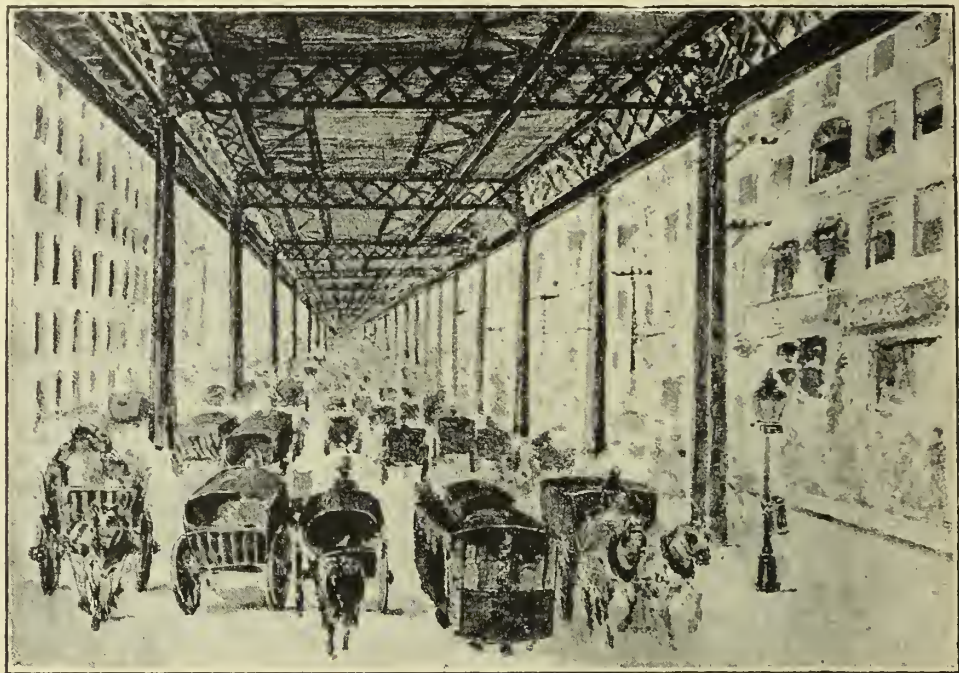
Stab. Dr. F. Vallardi

Proprietà Artistica

gini. Si narra che Napoleone, primo cittadino francese, qualificasse il tentativo come una pazzia; certo è che il povero inventore dovette rivarcare l'Oceano senza poter realizzare, fra la gente civile, il sogno che assorbiva tutto il suo spirito, lasciando a Parigi il modello della sua nave che, come la carrozza di Cugnot, si serba nel *Conservatoire des Arts et Métiers*. Eppure nella macchina di Fulton si trovano i principali elementi onde sono formate quelle che mettono oggi in rotta gli enormi transatlantici e le formidabili corazzate!

Tra i suoi connazionali il poco fortunato inventore trovò più propizie le onde del « successo » ma la sua agitata esistenza si chiuse lo stesso poco brillantemente — come accadde quasi sempre agli scopritori delle cose più meravigliose — nel 1815, mentre altri, più scaltri, ne sfruttavano l'idea geniale. Più fortunato di lui, in Europa, fu Enrico Bell capo mastro navale di Glasgow, che riuscì, malgrado tutti gli ostacoli oppostigli dall'uomo più che dalla meccanica, ad animare la navigazione a vapore sul Clyde, fra la sua città natale e Greenock, e l'industria fu poi fiorentissima. Gli Americani avevano

Tramway aereo presso Knoxville (Stati Uniti).

già attraversato l'Atlantico, da New York a Londra, in 26 giorni, quando per opera del Bell si tentò il primo viaggio dall'Inghilterra per le Indie (1825); ma una vera vittoria nel campo della navigazione l'ottenne nel 1837 l'inglese I. S. Smith, che fu il perfezionatore di un sistema a eliche, di cui già aveva dato un'idea il meccanico austriaco Giuseppe Ressel, nelle acque di Trieste.

Tre anni dopo, in Inghilterra si fondò la prima società marittima. Ne fu promotore Stefano Cunard, e il Governo, stavolta più oculato che non quando si trattò dei primi impianti ferroviarii, le accordò la sua sovvenzione. Le società industriali, per fortuna, sono come le ciliegie, una tira l'altra; e

Sotto l'Elevet, in una delle vie principali di Nuova York.

negli altri principali stati marittimi d'Europa, come in America, l'industria navale si estese con crescente incremento. Così si ebbero: l'inglese « Ocean Steam Navigation Company » il cui *Washington* il 19 giugno 1847 compiva la prima traversata; la francese « Compagnie Générale Marittime » fondata nel 1855 e trasformatasi sei anni dopo in « Compagnie Générale Transatlantique »; il tedesco « Lloyd germanico » fondato nel 1857 da Ermanno Enrico Meier; la « Navigazione Generale Italiana », ecc. ecc.

Applicato il vapore alle navi, si pensò subito a dare a queste maggiore resistenza e consistenza, e così si ebbero le prime costruzioni in ferro, fra le quali si elevò potentemente a fama mondiale l'enorme *Great Eastern* dovuta all'ingegno dell'illustre Scott-Russell. Questa nave varata nel 1858, quando i corsi fluviali inglesi erano già tutti popolati di battelli a vapore, aveva una portata di 27.000 tonnellate, era lunga 692 piedi, larga 83, alta — dalla chiglia alla coperta — 58 piedi. La parte che era sotto il pelo dell'acqua, si componeva di pareti doppie, formate per $^3/_4$ da piastre di ferro grosse un pollice e aventi fra loro uno spazio libero di circa tre piedi. I motori erano ruote a pale del diametro di 58 piedi, e un'elica composta di quatro ali del diametro di 24 piedi per l'esercizio della quale occorrevano 10 caldaie a vapore, 5 camini e 112 focolari. Le macchine delle ruote sviluppavano una forza di 1000 cavalli-vapore, quelle delle eliche di 1600; le ruote e le eliche combinate davano una forza

di 3000 cavalli. S'impiegarono per la costruzione del colossale galleggiante 6250 tonnellate di ferro e 2500 tonn. di legno. Con una riserva di 10.000 tonnellate di carbone, la *Great Eastern* ne divorava giornalmente 360 tonnellate. Sui suoi ponti potevano trovar posto circa 10 mila persone. La *Great Eastern*, adibita dapprima al traffico fra l'Inghilterra e l'Australia, per alcuni errori di costruzione non venne usata che per il trasporto dei passeggieri, poi la si usò per il collocamento dei cavi telegrafici sottomarini, e nel 1888 venne completamente posta fuori uso.

Questo primo gigante del mare, di cui si servì Giulio Verne per uno dei suoi fantasiosi romanzi, segna la tappa più importante nel progresso della locomozione a vapore, che come le ferrovie ha raggiunto un favoloso sviluppo in tutto il mondo. Oggi si attraversa l'Oceano, come in casa propria, spesso con assai maggiori comodità; e il commercio se n'è enormemente avvantaggiato; e la civiltà ne vede continuamente i frutti. Le linee ideali marine sono ben definite, come quelle materiali della ferrovia: non si va più alla ventura, come un tempo a noi vicino, eppure da noi tanto lontano per tentare un viaggio in India o nell'Australia: oggi in pochi giorni si va a diporto,

Tramway elettrico a due piani a Parigi.

fino a New-York, e si fanno delle escursioni a Calcutta o nei fiorenti porti del Giappone.

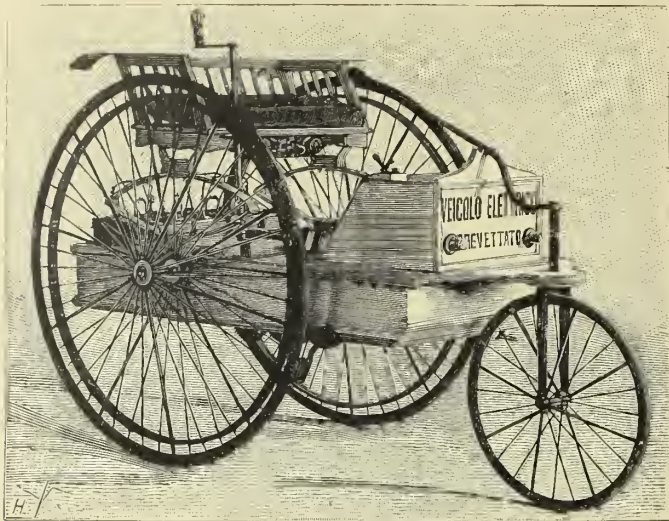
Nel 1858 nove compagnie facevano il servizio fra l'Europa e l'America: nel corso di quell'anno 40 *steamers* fecero 281 traversate dell'Atlantico trasportando 50.000 passeggieri, cinquecento dei quali morirono nei vari naufragi e se-

gnatamente in quelli dell'*Austria* e del *New-York*. Ora esistono una sessantina di linee, che uniscono il vecchio continente all'America, e ciascun anno vi conducono circa mezzo milione di passeggieri. Le compagnie marittime si sono moltiplicate dovunque: l'attività nei cantieri diventa ogni giorno più febbrile, più tumultuosa; la proporzione dei piroscafi si fa sempre più stupefacente. Al ferro si sostituì presto l'acciaio perchè più resistente, più elastico, più duraturo: all'acciaio si sostituirà presto un altro metallo meno pesante e di non minore solidità. Già si è tentato l'alluminio, da prima puro, poi combinato col rame e col nichel. Gli ultimi esperimenti fatti col *romanium,* che è appunto una lega di nichel e di alluminio, hanno dato risultati eccellenti.

Alleggerito lo scafo dei grandi piroscafi, si è pensato ad alleggerirne le macchine, il cui numero è in continuo aumento per sostituire il più che sia possibile il lavoro meccanico all'umano, e per provvedere a cento altri bisogni, come l'illuminazione e la ventilazione; ed ecco il ricorso all'acciaio nichelato nella costruzione di alberi, aste di trasmissione, compressori, ecc. Con l'acciaio nichelato vuoto si è diminuito il peso di circa un sesto: ne dà un esempio il macchinario della nostra corazzata *Re Umberto* che è enorme ed ha una forza di 2500 cavalli-vapore. Naturalmente, con la maggior leggerezza si ottiene una maggiore velocità, che è stata sempre la preoccupazione principale dei costruttori; e adesso vi sono navi, come la *Turbinia,* inglese, che filano per oltre 60 chilometri all'ora. I primi piroscafi impiegavano per lo meno 15 giorni ad attraversare l'Atlantico; oggi con la velocità media di 50 chilometri all'ora s'impiega assai meno di un quarto di quel tempo per andare da Queenstown a New-York.

Un'altra preoccupazione è tuttavia il consumo; ma anche da questo lato si fanno progressi cotidiani. Per le macchine che pochi anni fa divoravano due chilogrammi di carbone all'ora per ogni cavallo-vapore, ora ne consumano appena 600 grammi. E sempre nuovi vantaggi si otterranno quando al carbone sarà sostituito un combustibile liquido, meno ingombrante e atto a produrre più rapidamente il vapore, a profitto della velocità. Nei piroscafi russi come nei treni, si adopera il petrolio grezzo (mazout), una tonnellata del quale produce l'effetto del doppio di Cardiff. La differenza sarà poi notevolissima, quando saremo riusciti ad applicare pur nella locomozione marina l'energia elettrica, cosa che non tarderà a realizzarsi.

E che cosa dire del *comfort,* a bordo dei giganteschi alberghi galleggianti? Per quanto ne abbiano, i treni ferroviarii non raggiungeranno mai le comodità dei grandi piroscafi odierni. Presso di noi siamo ancora abbastanza indietro; ma all'estero? Una delle più recenti navi del Lloyd, la *Bohèmia,* è una vera meraviglia per grandiosità ed eleganza. Del pari eleganti sono i piroscafi belgi. L'ultimo d'essi, la *Princesse Clèmentine,* creato per una rapidissima comunicazione fra Ostenda e Douvres, la cui linea fu aperta nel 1846, è lungo m. 107.36. Costruito interamente in acciaio, la sua macchina principale, tipo Compound, sviluppa 9200 cavalli-vapore, senza contare le macchine ausiliarie. Riproduciamo graficamente il salone Luigi XVI, le cui pareti sono finemente decorate e scolpite, con coltrinaggi serici e grandi specchiere; l'interno di un *boudoir* di 1.ª classe, con dipinti dei più attraenti paesaggi del Belgio; e la

L'arrivo di un treno di piacere, in Italia

La prima vettura elettrica italiana dell'ing. Carli.

sala da pranzo, stile Francesco I, che è lunga 20 metri, e può contenere 120 convitati. Tutto codesto lusso è ben giustificato dall'affluenza dei viaggiatori sulla linea Ostenda-Douvres, la cui statistica oltrepassa i 120.000 viaggiatori annuali.

In Francia sono celebri per la sontuosità degli addobbi *La Touraine* della Transatlantica, l'*Armand Bechic* e l'*Australien* delle « Messageries Maritimes ». Le cabine sono spaziose ed elegantissime, i saloni splendidamente decorati, e non privi talvolta di un teatrino che allieta le lunghe ore delle lunghissime traversate. Ciò nonostante, i prezzi di trasporto sono ènormemente ridotti; dalle 7 alle 8 sterline di una volta, si è scesi a pochi scellini.

La *Touraine* è capace di trasportare oltre 1090 passeggieri, 392 di prima classe, 98 di seconda e 600 di terza. Ha trenta camere di lusso per famiglie, sei camere di gran lusso con sala da bagno e gabinetti da toeletta, otto cabine a due cuccette e quattro a tre cuccette sul ponte superiore; quattro cabine a un posto, cinquanta a due, e tre a tre posti nell'interponte superiore per i passeggieri di 1.ª classe. La 2.ª classe è alloggiata in quarantacinque cabine.

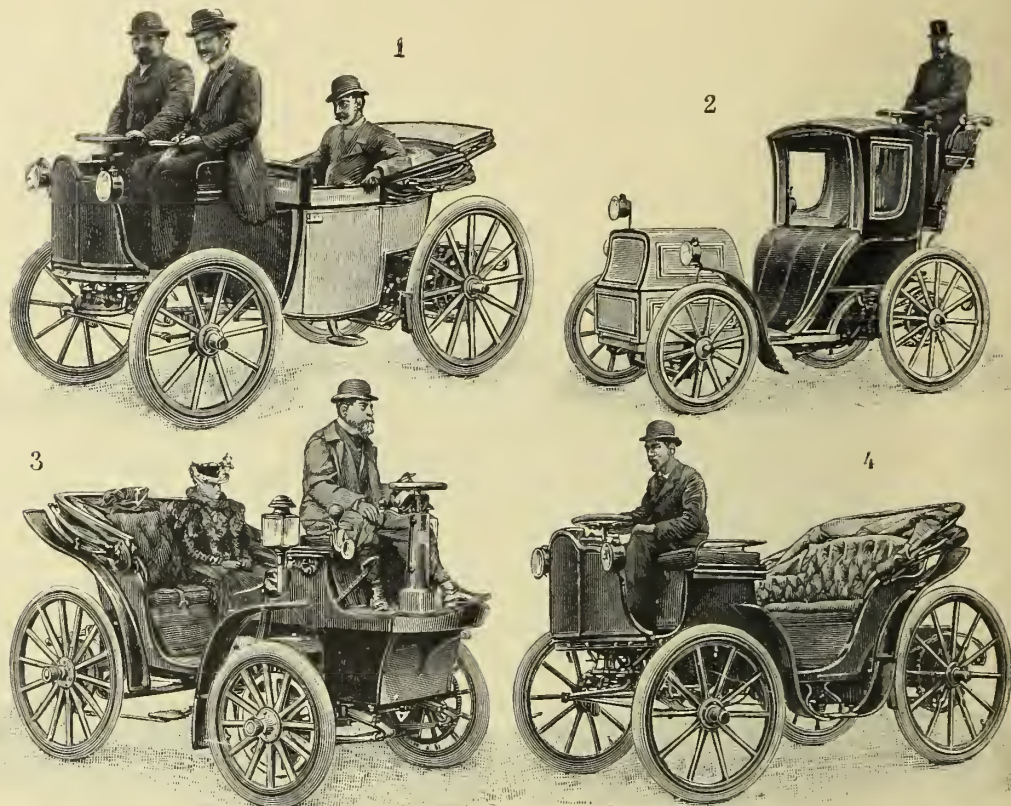
Interno di un tramway elettrico americano per le gite di piacere.

I piroscafi inglesi sono sempre stati, tranne qualche effimera eccezione, i più grandi del mondo. Nel 1880-81 l' « Innan Line », varava la *City of Rome*, passata poi all' « Ancor-Line » che era lunga 164 metri e che, stazzando 8300 tonnellate, poteva ricevere 271 passeggieri da camera, e 1500 emigranti. Gli americani avevano dato a questo piroscafo il soprannome di *Jumbo* che era il nome di un elefante molto noto per la sua mole e per la sua intelligenza. La *City of Rome* venne però ben presto spodestata dalla *City of New-York* lunga m. 172,20, varata il 15 marzo 1888 a Clydebank, nella Scozia, e filante oltre 20 nodi all'ora. Come costruzione, questo fu fino a quell'epoca il più perfetto transatlantico. Ad esso prima che ad ogni altro

fu applicata la doppia elica, con macchine a tripla espansione, sviluppanti la forza di 20.000 cavalli. La *City of New-York* fu anche delle primissime munite di piattaforma per il collocamento dei cannoni, in caso di guerra, affinchè potesse passare al servizio dell'ammiraglio inglese. Ha tre alberi, uno solo dei quali provvisto di vele quadre, e tre enormi camini che si elevano m. 18,30 al disopra del ponte superiore. Ventidue scialuppe sono pronte ad essere calate in

Ferrovia pensile a New-York.

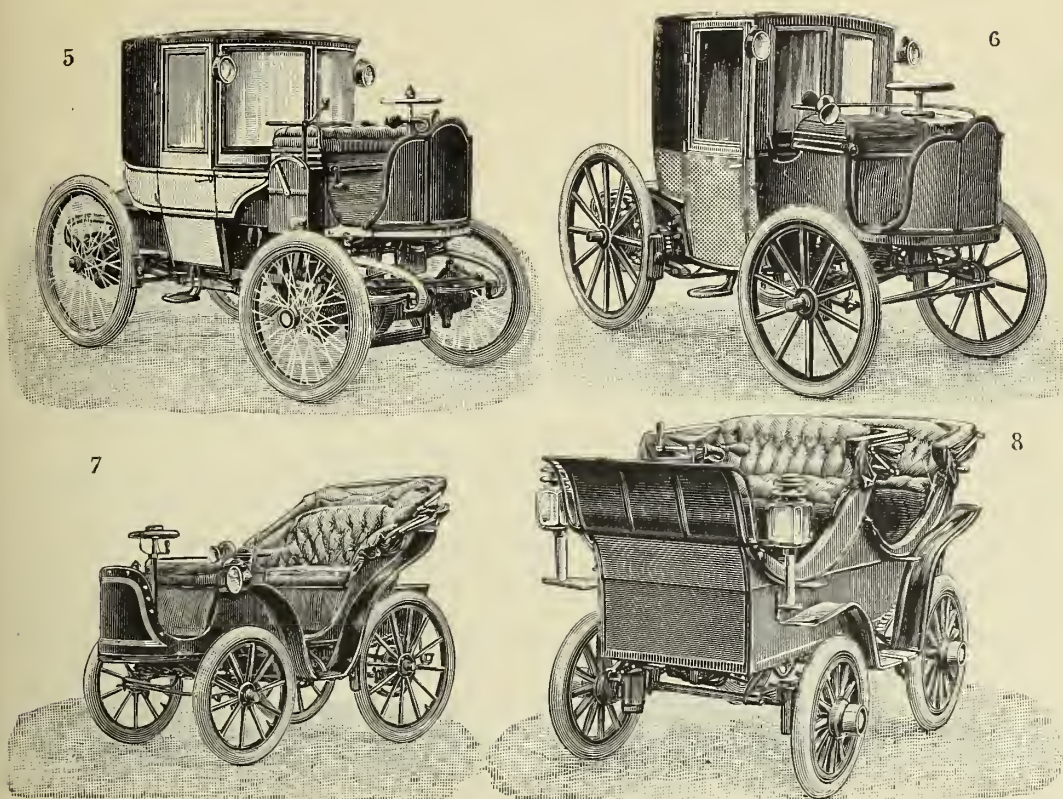
mare, in caso di disgrazia, e trarre a salvamento tutto l'equipaggio e i passeggieri, che possono raggiungere il numero di 2000.

Al *City of New-York* successe, per proporzioni e velocità maggiori, nella marina mercantile di tutto il mondo, il *Campania* della « Cunard-Line » lungo 189 metri, largo 19 e filante 23 nodi all'ora per la forza dei suoi 30 mila cavalli-vapore; ma esso fu recentemente vinto dal *Kaiser Wilhelm der Grosse*, del Lloyd germanico, che è lungo 198 metri, largo 20 e che stazza 30 mila tonnellate. Per far percorrere da questo colosso 22 miglia all'ora, gli si gettano nelle fauci 500 tonnellate di carbone al giorno. Il *Kaiser Wilhelm der Grosse*, ha 450 uomini di equipaggio, e può trasportare 400 passeggieri di 1.ª classe, 340 di 2.ª e 800 di 3.ª — un vero villaggio galleggiante, come si vede. E

Automobili parigine.

1. Landau. — 2. Til-bury. — 3. Carrozza *vis-à-vis*. — 4. Mylord.

neppure il *Kaiser Wilhelm der Grosse* ha rappresentato, per ampiezza e velocità l'ultima parola del secolo, essendosi testè costruito nella Granbrettagna l'*Oceanic,* della « White-Star Co. » che supera di 25 piedi il *Great Eastern* misurando metri 214,72 di lunghezza e 23 metri di altezza, dal fondo dell carena al ponte di comando. Questo piroscafo, che sposta un volume d'acqu equivalente a 28.500 tonnellate, porta seco tanto carbone da essere sufficient a compiere il giro di tutto il mondo senza mai sostare !

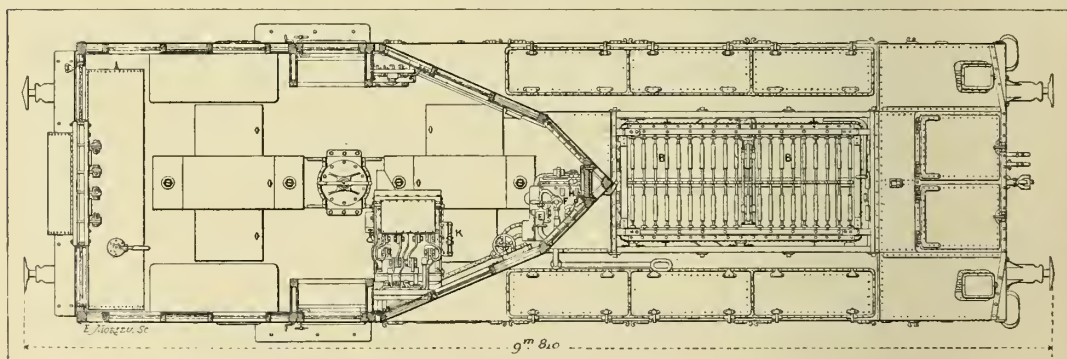
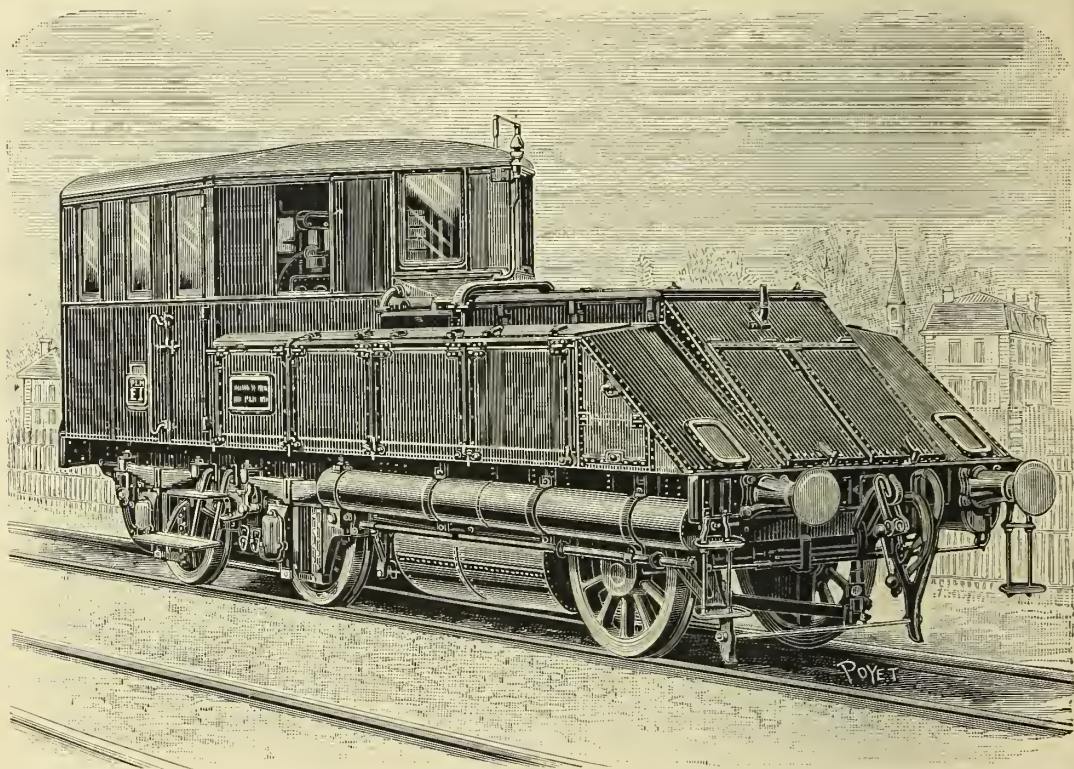
Per dare un'idea delle proporzioni di questo Golia del mare, gli ameri cani lo hanno comparato, come si vede dalle nostre incisioni, con Brodwa che è la via più larga di New-York, accanto alla chiesa della Trinità, e co maggiori edifici di quella metropoli. Chi non la conosca, potrà fare il con fronto coi *tramwais* elettrici, con le vetture, coi pedoni...

Intanto, le iperbolee proporzioni delle navi mercantili moderne non ba stano ancora a garentire i viaggiatori dai disastri che annualmente sono tu tavia in numero così rilevante. Vinta la furia delle onde, che sfoga spess inutilmente la sua rabbia contro le salde pareti dei colossi galleggianti, no tutt'i piroscafi possono ancora contrapporre forze altrettanto valide ai turbir che imperano specialmente al nord dell'Oceano Atlantico, nell'Oceano Indian e nel Pacifico. Questi terribili cicloni marini che hanno spesso un diametr di oltre 2000 miglia marittime, progrediscono con la velocità di un treno c

Automobili parigine.

Coupé con avantreno a motore. — 6. Altra forma di coupé. — 7. Droiki. — 8. Vettura inglese detta l' *Elefante*.

lere, spezzando nelle loro spire infernali ogni ostacolo, mietendo centinaia e centinaia di vittime. Due altri fatali avversarii della navigazione sono la nebbia, causa persistente di disastri per collisioni, che i voluminosi fasci della luce elettrica non ancora hanno potuto vincere, e lo scoppio delle caldaie che mandano spesso in fiamme distruggendo in pochi minuti l'opera con tanta pazienza, tanto ingegno e tanto amore costruita dall'uomo. Tutti ricordano il recente disastro del piroscafo francese. *La Bourgogne* urtato, per la nebbia spessa, dallo *steamer* inglese *Cromaty Shire*, nelle acque dell'isola Sable. Il bellissimo vapore, che da 13 anni faceva la rotta fra New-York e l'Havre e stazzava 7000 tonnellate, ebbe la chiglia d'acciaio perforata e calò a fondo in soli 40 minuti. Per fortuna tutto l'equipaggio e i passeggieri furono salvi: soltanto gli ufficiali, per compiere generosamente il loro dovere, furono inghiottiti dall'acqua rapace, ed eroicamente il comandante Deloncle, poeta fine e geniale.

Prima di lasciare la navigazione a vapore, sarà interessante uno sguardo alla navigazione fluviale, che fu la prima espressione, come vedemmo, dell'applicazione del vapore ai battelli, e che non è un fattore trascurabile nelle comunicazioni commerciali, rappresentando il fiume o il canale come chi dicesse il binario fra due località continentali. L'Inghilterra e l'Austria nella navigazione fluviale furono e sono più innanzi degli altri stati del vecchio continente; vengono dopo la Francia, la Russia, la Germania, l'Italia. Ora

non solo il Tamigi e il Clyde, la cui canalizzazione fece di Glasgow centro importantissimo di costruzioni marittime; ma il Danubio, il Reno, la Senna, i grandi fiumi del Mar Nero e del Caspio, sono percorsi da intere flotte. E un quadro addirittura imponente, fuori d'Europa, ci offre la navigazione ame-

L'ultimo modello di locomotive elettriche sulle ferrovie francesi — Piano della locomotiva.

ricana, segnatamente nelle due più grandi arterie fluviali del globo, il Missouri, il Mississipì e le Amazzoni.

Il secondo di questi fiumi è navigabile con piroscafi per quasi tutta la sua lunghezza: nella vita commerciale del mondo esso rappresenta la parte più importante. È indescrivibile la vita che domina nell'immenso volume delle sue acque riversate specialmente nel suo letto dal Missouri, il suo degno gemello. Gli Americani ne approfittarono subito per le conquiste dell'est: appena

la ferrovia del Pacifico stabilì la comunicazione fra gli Oceani dell'Est e dell'Ovest, il Mississipì ne divenne il più formidabile concorrente. I grandi palazzi galleggianti che fanno il servizio, partendo da St. Paul, non hanno spesso — come capacità e come eleganza — nulla da invidiare a quelli marini. Essi trasportano i prodotti industriali ed agricoli della Pensilvania, della Virginia, dell'Ohio, d'Illinois, ecc. ecc., disseminando il gran porto di St. Louis che è il centro più importante degli Stati dell'Unione, là dove le acque limacciose e torbide del Missouri si uniscono con quelle verdi e chiare del Mississipì, il padre dei fiumi.

Roberto Fulton.

« È uno spettacolo grandioso — narra un viaggiatore — veder passare sotto le luci vive del gran ponte costruito dal capitano Eads quei colossi coi loro diversi piani e i loro doppi ed alti camini, che continuano poi senza rumore la loro discesa galleggiando sulla superficie delle acque. La lunga linea delle rive è involta in nubi di fumo. Fin dove arriva l'occhio si vedono le navi seguire le navi; e tutte trovano carico sufficiente in cereali, legno, cotone, riso, carne e carni preparate, provenienti da Chicago, ferro greggio e lavorato, carbone e petrolio della Pensilvania ».

La meta finale della navigazione del Mississipì è New-Orleans, che è fabbricata sull'acqua a cento miglia inglesi della foce, tra il fiume e il lago Pontchartrain, e per arrivarci si attraversa una estesissima e bassa regione, a difendere la quale occorsero lunghi argini. Quando questi si rompono, nell'epoca delle piene che alterano il livello del fiume di 50 e 60 piedi, tutte le campagne sono inondate e migliaia di persone perdono i loro averi e talvolta la vita. Non avendo un corso rumoroso, il fiume si gonfia e straripa silenziosamente, come la lava di un vulcano, sicchè spesso quegli abitanti ne sono sopraffatti senza avere il tempo di premunirsi contro il pericolo.

Scott Russell.

Molto fragoroso è invece il San Lorenzo, nel Canadà, e difficilissimo alla navigazione per la famosa « rapida » dai gorghi scroscianti e vorticosi. L'uomo però vi trionfò ugualmente, con costruzioni fluviali solidissime e resistenti a ogni sorta di insulti della corrente, ora inabissandosi ed ora risalendo in groppa delle ondate rabbiose come gusci di noci, ma sempre securi dal pericolo.

Un altro fiume frequentatissimo da grandi piroscafi è l'Hudson che congiunge Albany e New-York. Il servizio è fatto specialmente per i viaggiatori

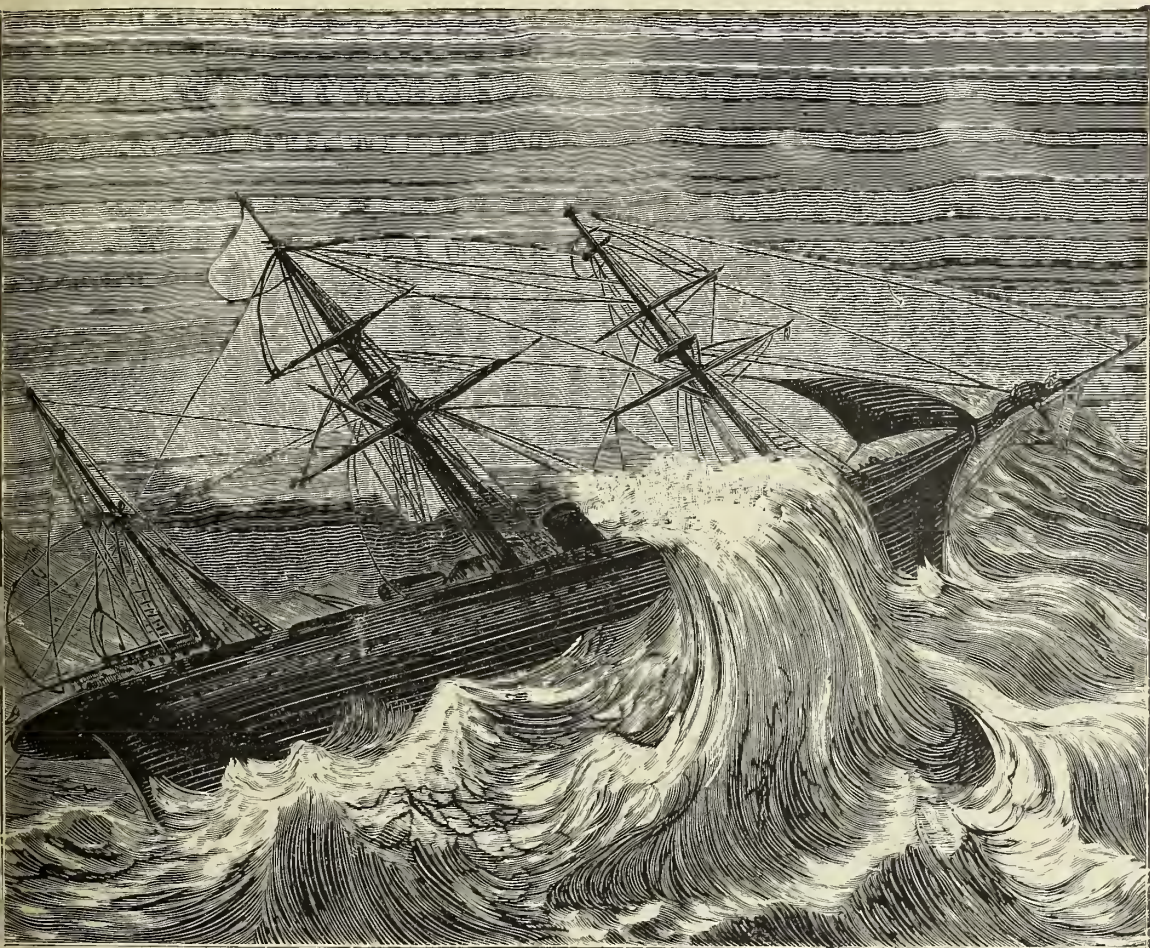
che nella stagione estiva vanno a Saratoga, al Lago Giorgio e nei dintorni di San Lorenzo. Il più celebre vapore fluviale del luogo è l'*Airondack*, che fa servizio tutto l'anno per circa dieci ore al giorno. Esso ha diversi piani, una lunghezza di 125 metri e una larghezza di m. 27.40. La sua chiglia ha m. 5.20 di profondità e pesca due metri e mezzo. Questo piroscafo, coi passeggieri, può trasportare oltre mille tonnellate di mercanzia.

Da poco più di trent'anni è notevolmente praticata anche la navigazione nel Rio delle Amazzoni, per lo sfruttamento del ricco mondo tropicale, nell'ancor vergine e meraviglioso Brasile. Così i fiumi dell'Africa orrenda, dove il piroscafo fluviale precorse sempre la locomotiva; così nell'India, nella Cina e nel Giappone. La moderna Civiltà, dal ponte dei battelli, allargò l'occhio sull'ampia Valle del Nilo, dove il fasto dell'antica era tramontato da secoli, e penetrò nel cuore delle terre inesplorate, attraversando laghi e deserti paurosi; montò il sacro corso del Gange; trasvolò sul Bramaputra, sull'Iravaddi, nel Mekong; si spinse sull'Yang-tse-kiang e sull'Hbango, e fece sentire i suoi primi palpiti dovunque, indicando spesso all' « aratro del progresso » il solco da scavare, la terra da esplorare, la barbarie da ricacciare indietro...

« Barca celere » di Symington (da una incisione del 1788).

Lasciamola lì a seguire il suo corso luminoso; e dai viaggi acquei, passiamo ai viaggi aerei. Chi non ricorda l'ode montiana in onore del Montgolfier? Alla parola *areostata* gli enfatici versi tornano immancabilmente alla memoria, e cotesta è una riprova non solo del valore intrinseco di essi, ma dell'importanza della cosa trattata. Conquistare la terra era un dovere dell'uomo; soggiogare il mare un impegno naturale; ma slanciarsi nell'aria per

Occupar de' fulmini — l'inviolato impero?

E dopo i tentativi per tale conquista fatti dal matematico perugino G. B. Dante nel secolo XV, dal gesuita Padre Lana nel 1684, dal domenicano Giuseppe Galieno nel 1755, teoricamente, e da Tiberio Cavallo a Londra nel 1781, vennero i sullodati fratelli, modesti fabbricanti di carta di Annonay,

Il vapore passeggeri « Pereire » durante un uragano nell'Oceano Atlantico.

piccolo villaggio delle Ardèche — tutti più o meno ricordati, sulla fine del secolo scorso, dal lombardo Vincenzo Lancetti nella sua « Areostide »:

Un Leonardo da Vinci, un Pier Martelli
Un Luciano più di questi antico,
Un Gallieno faceto ed un Borelli,
Un Lana infin della natura amico
E seco tanti che gli occulti e belli
Arcani rintracciaro, ch'io non dico,
Immaginare e dimostrar fur visti
Macchine e navi per cui l'aer s'acquisti.

Le esperienze dei Montgolfier suscitarono l'entusiasmo e l'ammirazione universale. Una vecchia dama che era nel giardino delle Tuilleries, presente a una delle prime ascensioni, sospirò con rammarico: « Come è grande l'ingegno umano! non dubito che un giorno si troverà modo di prolungare la vita indefinitamente; ma a che pro, se io allora sarò morta? ». Non minore entusiasmo suscitarono più tardi le prove del Marchese di Arlandes e di Pilatre de Rozier, il quale, ribellandosi al volere di Luigi XIV, che non voleva permettere ai due arditi areonauti di abbandonarsi ai pericoli di un'ascensione,

e consigliava di far montare nella navicella due gaelotti, esclamava « E che vili delinquenti dovrebbero godere per i primi la gloria d'essersi innalzati ne l'aria? No, no, ciò non può andare! ».

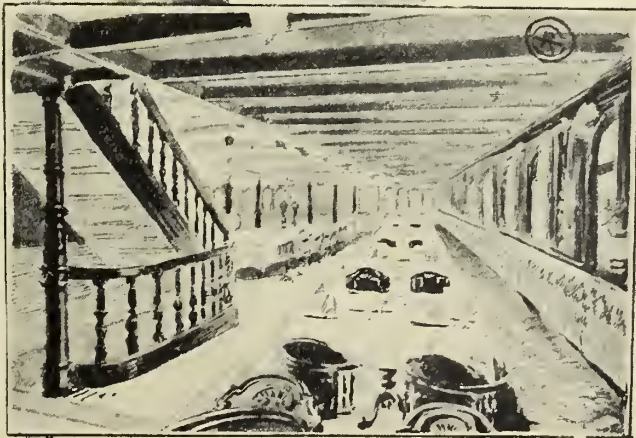
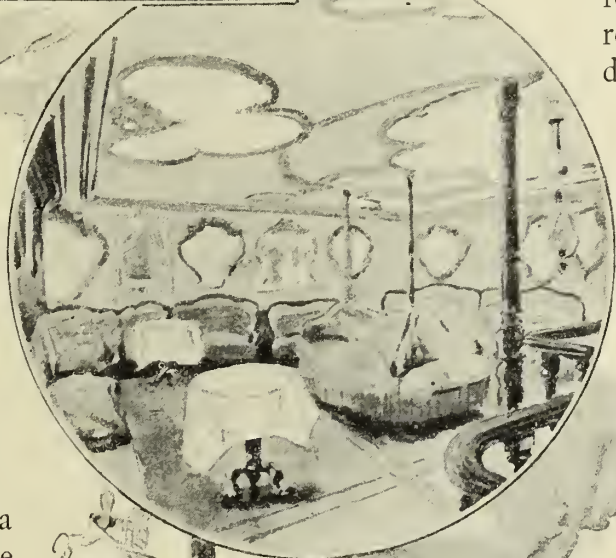
Intanto, altre ascensioni si tentavano in Italia dal cavaliere Andreani dai fratelli Gerli, mentre un terzo italiano, il Lunardi, ne faceva per il prim in Inghilterra. Al principio del nostro secolo la mania dell' areostatica fec abbandonare scienziati ed armatori a progetti addirittura fantastici inattuabil avvolgendo spesso di ridicolo una delle più grandi invenzioni moderne.

Nel 1804 il fisico Roberston invitò tutte le accademie scientifiche d'Europ a mettersi d'accordo per costruire la *Minerva*, vascello aereo destinato a viag di scoperte. Ecco la descrizione ch'egli stesso faceva del pallone gigantesc « Un gallo colossale, simbolo della vigilanza, è posto nel punto più alto de l'aerostato; un osservatore collocato nell'interno, sorveglia traverso l'occhi del gallo, tutto ciò che può accadere nell'emisfero superiore dell'aerostato, e è incaricato di battere le ore per norma di tutto l'equipaggio. Il pallone, 150 piedi di diametro, di forte seta da fabbricarsi appositamente a Lione, sa verniciato così internamente come esternamente. Al pallone è sospeso un b stimento contenente tutti gli oggetti necessarii ai comodi, alle osservazioni e anche ai piaceri dei viaggiatori; un gran magazzino per l'acqua, il vino e tut le sostanze alimentari destinate alla spedizione: esso serve in pari tempo c contrappeso al pallone; due scale di seta che stabiliscono comunicazioni fac in tutti i punti del globo; una ritirata; un' abitazione per alcune signore c riose che volessero seguire la spedizione. Esse verrebbero racchiuse in u gabbia discosta dal b stimento per evitare d strazioni ai viaggiator un' abitazione del tim niere; un osservator contenente le bussole gl' istrumenti astron mici; una cucina sen camino, lontana dal p lone — questo è l'uni luogo in cui è permes accender fuoco — fianco alla cucina, laboratorio per falegr mi, fabbri, meccanici lavanderia; un' abitazi ne pel medico; un te tro sala per la musica, un organo, ecc. Sarannovi pure altre sale destinate al studio, ai gabinetti di fisica e storia naturale, alle passeggiate, agli esercizii gi nastici ». Non occorre aggiungere che il pallone progettato dal Roberst non ebbe l'onore di un rapido volo simile a quello della fantasia, che l' veva ideato.

Il piroscafo « Campania » della « Cunard Line ».

In epoca più recente, un francese, il Pétin, ideò a Parigi un sistema are-

statico, formato di quattro grandi palloni, ciascuno del diametro di 60 piedi e reggenti un telaio lungo 450 piedi e largo 195, nel quale si sarebbero applicate delle ali piane obliquamente disposte e girevoli. Con questo mezzo il Pétin si proponeva di ottenere l'elevazione e la discesa del suo vascello aereo, variando semplicemente l'inclinazione delle ali. Esse però furono ben presto tarpate dalla diffidenza prima e poi dalla indifferenza del pubblico.

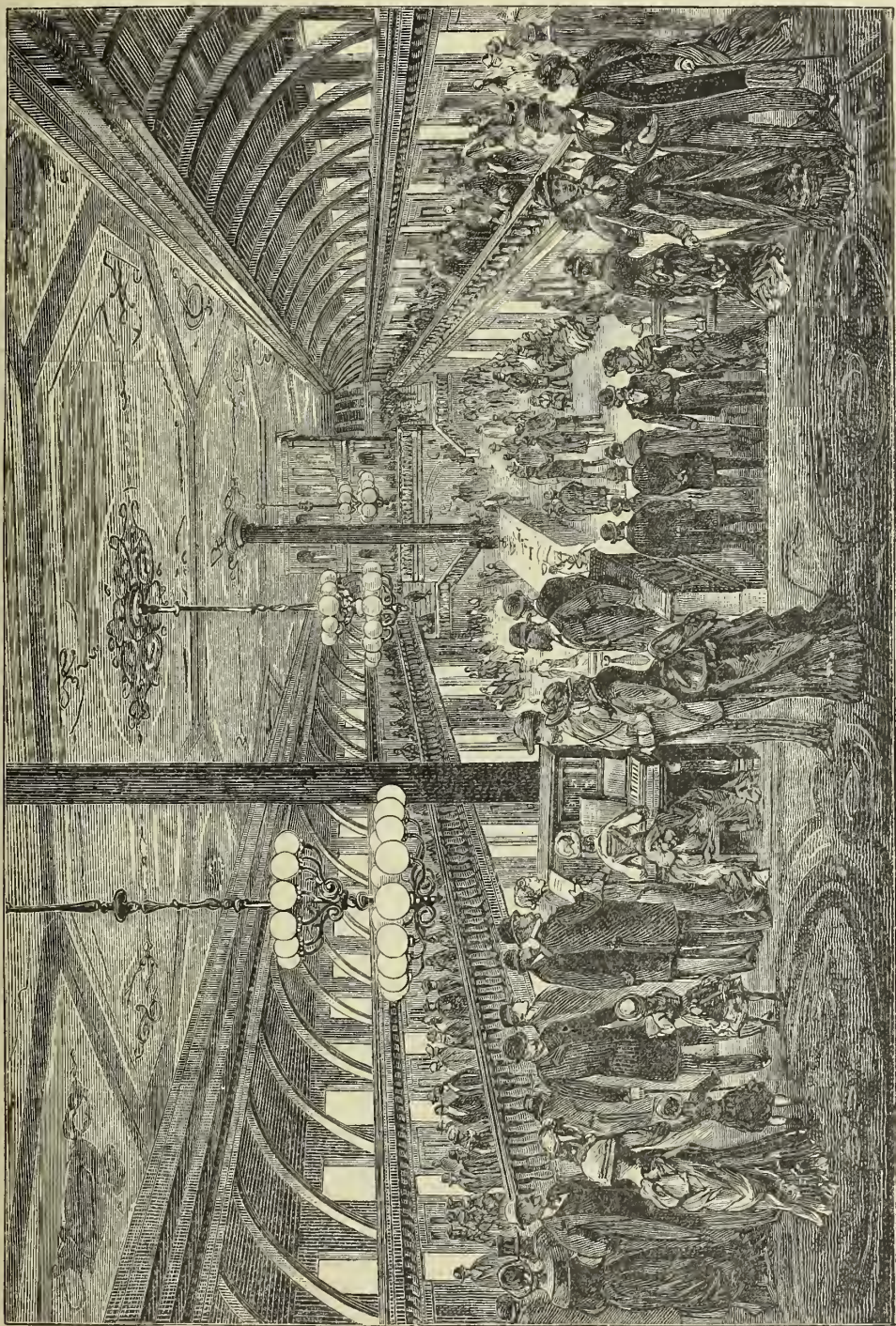
Frattanto, i palloni alla Mongolfier, gonfiati con l'aria rarefatta e non sufficiente — che avevano a mala pena permesso al Blanchard di valicare il passo di Calais — furono sostituiti da quelli ripieni di gas idrogeno, e Pilatre de Rozier compì un viaggio assai più lungo con lo stesso itinerario del Blanchard; mentre in Italia lo Zambeccari si estendeva da Bologna fino a Pesaro. Sgraziatamente, il 21 settembre 1813 il pallone di quest'ultimo prese fuoco, e il povero areonauta precipitò miseramente dall'alto. Non è, pur troppo, la sola vittima della conquista dell' aria. Molti drammi dolorosi si svolsero nel regno delle allodole — come poetavano i nostri nonni — basterà ricordare la tragica fine dell' aeronauta inglese Harris, avve-

L'interno del piroscafo belga « Princesse Clémentine ».

nuta l'8 maggio 1824, il quale per salvare dalla morte una signora che era partita con lui, poichè il pallone rovinava essendosi rotta una valvola che permetteva la fuoriuscita del gas, sbalzò dalla navicella, slanciandosi nel vuoto. Il pallone divenuto più leggero moderò la sua discesa e la signora fu salva...

Quando l'areostatica prese un vero indirizzo scientifico, nessuno degli uomini sommi per talento e per dottrina sdegnò di dedicarvisi. E così il Gay-Lussac, elevandosi fino all'altezza di 4000 metri, ebbe ad osservare che l'intensità della forza magnetica non diminuisce a quella distanza dalla Terra, e che gli apparecchi di elettricità statica funzionano nelle alte regioni dell'atmosfera tanto bene quanto alla superficie del suolo. Inoltre, l'elettricità che raccoglieva era negativa e cresceva in quantità col crescere dell'altezza. Misurò anche lo stato igrometrico dell' aria e riconobbe che la secchezza dell'aria cresce del pari in ragion diretta dell'altezza. In seguito, spingendosi ad un' altezza di 6500 egli raccolse dell'aria atmosferica e dimostrò che essa era composta degli stessi elementi di quella raccolta alla superficie del suolo, cioè di ossigeno e di azoto, contrariamente al parere di alcuni scienziati, i quali ritenevano che l'aria atmosferica a quell'altezza dovesse contenere anche una certa quantità d'idrogeno.

Il piroscafo « Kaiser Wilhlem der Grosse » del « Nordeutscher Lloyd »
(Le eliche — l'insieme).

Nel 1850 in Francia il Barral ed il Bixio, in una loro ascensione, ebbero a riconoscere che la luce delle nubi non è polarizzata e che la diminuzione della temperatura dell'aria concorda con quella osservata dal Gay-Lussac. In una seconda ascensione tentata felicemente il 27 luglio dello stesso anno, essendosi spinti fino all'altezza di 7049 metri, ebbero ad osservare un fenomeno metereologico: il termometro discese fino a 39 gradi sotto zero e i due scienziati attraversarono una nube composta di piccolissimi cristalli di ghiaccio

alla temperatura di quasi 40 gradi, benchè si fosse in pieno estate. All'accademia delle Scienze di Parigi, l'Arago dichiarò che quella era la più grande scoperta metereologica che si era fatta fin allora. A distanze ancora più alte si

Salone di un piroscafo fluviale americano di vent'anni fa.

spinsero altri aeronauti: il Croce-Spinelli ed il Sinel arrivarono a 7300 metri; il 5 settembre del 1862, Msr. Glaisher raggiunse gli 8823 metri, ma qui perdette i sensi. Come si vede, col mezzo dell'areostatica è riuscito possibile all'uomo d'innalzarsi al di sopra dei punti più elevati del continente. Il monte

più alto della terra è il Gaurisangar (monte Everest) nell'Asia, il quale misura 8840: il Glaisher potè dunque dire di aver visto sprofondare sotto i suoi piedi l'ultimo lembo di terra del nostro pianeta.

Più tardi gli areonauti Croce-Spinelli, Sivel e G. Tissandier raggiunsero l'altezza di 860 metri, superando la cima del Kintschintschinga, che è alta 8582 metri, e arrivando quasi a quella del Daphang, che ne misura 8625. A tali altezze, la temperatura discende ancora di più che non nelle regioni polari, l'aria diventa talmente rarefatta, che il sangue vien fuori da tutti i pori, le labbra si screpolano, gli orecchi fischiano e l'individuo vien preso dalle vertigini...

Lo scalone del piroscafo « La Touraine » della « Comp. Generale Transatlantica ».

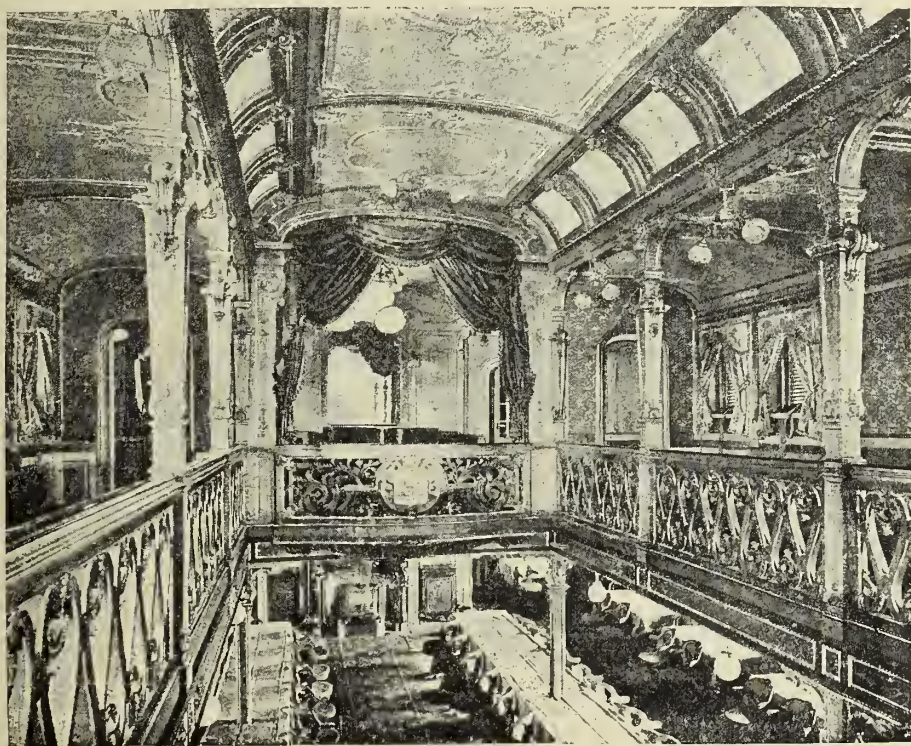
La scienza, va benissimo; ma l'uomo cercava un risultato più pratico, più generale, più alla portata di tutti; e si cominciò a pensare alla dirigibilità dei palloni, per applicar l'areostatica alla locomozione. Il difficilissimo problema rimase finora insoluto; ma non saranno più di queste fortunate le future generazioni? Enrico Giffard tentò fin dal 1852 la dirigibilità del pallone, il suo areostata aveva forma allungata, terminante in due punte; 12 metri di diametro nel mezzo, e 44 metri di lunghezza: la sua capacità era di 2500 metri cubi di gas. Lo circondava una rete, che fissata ad una grande traversa inferiore, dietro la quale era una vela triangolare rappresentante il timone e la chiglia. La traversa di legno sosteneva una macchina a vapore con la caldaia e gli accessorii. La macchina, della forza di 30 uomini, metteva in movimento un'elica e non pesava che soli 150 chilogrammi.

Nel 1870 il Dupuy de Lome costruì un altro pallone dirigibile, avente la forma di un elissoide allungata e misurante una lunghezza totale di metri 36,12, la sua sezione trasversale sul mezzo ebbe il diametro massimo di metri 14,84 ed era capace di un volume di 3454 metri cubi di gas. La navicella era assicurata mediante una rete metallica in modo da ottenere una rigidità ed una stabilità finallora non raggiunte. Attaccata alla navicella era un'elica a due ali della lunghezza di 8 metri e del diametro di 9; la quale

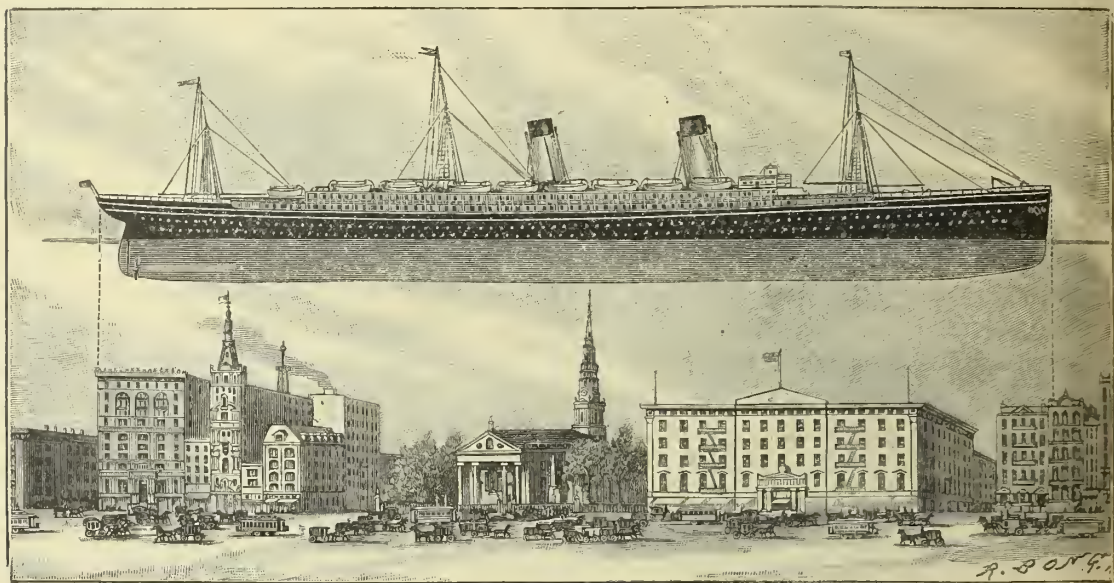
si muoveva col mezzo di manovelle manovrate da 8 uomini. Nelle ascensioni eseguite, il Dupuy non potè avere dal funzionamento dell'elica una deviazione maggiore di 12° gradi da quella del vento, raggiungendo una velocità di soli 8.5 chilometri all'ora.

Un altro tentativo della medesima specie fu iniziato dall'ingegnere Hänlein; il pallone era anche esso munito di elice, ma non si potè nemmeno muovere dal suo posto, perchè quella, abbenchè completasse 40 giri al minuto, non poteva produrre alcun effetto dinamico per far progredire il pallone, essendo l'aria un mezzo poco denso.

Nè col mezzo del vapore si è riusciti a far qualche cosa di meglio. Alle esperienze del Griffard seguirono, nel 1821, quelle del Ressel, il quale ideò un apparato per volare, che s'innalza col mezzo dell'aria emessa da una macchina a vapore su alcune ruote reagenti: il vapore entra nel pallone, corrispondentemente al corpo natante, dove si ricondensa, per ritornare, ridotto in acqua, nella caldaia, riproducendosi così di seguito in vapore.

Abbandonati i vani studî di un pallone dirigibile col mezzo di accoppiamento di apparecchi speciali, i quali potessero imprimergli la voluta direzione,

Il salone di prima classe dell' « Armand Béhic » della « Comp. Messageries Maritimes ».

si entrò nella idea di alcune macchine, per mezzo delle quali l'uomo, vincendo la resistenza dell'aria atmosferica e dei venti, vincendo il peso prodotto dal proprio corpo e quello dell'apparecchio medesimo, potesse sollervarsi dal suolo, e seguire nell'aria un cammino prestabilito. Poichè si trattava di imitare su per giù i volatili, gli apparecchi che furono costruiti riproducevano la

forma delle ali degli uccelli, e si movevano meccanicamente, in modo da spostare la pressione dell'aria atmosferica. Il primo a concretare una simile applicazione fu un distinto fotografo parigino, il Nadar; il quale, posando casualmente gli occhi sopra un balocco da ragazzi che i francesi chiamano *farfalla*, concepì il disegno della macchina per volare. Questa *farfalla* detta anche *spi-*

Il piroscafo *Oceanic* comparato con le più alte vie di New-York.

ralifero, si compone di quattro ali di cartoncino, situate in direzione obliqua, intorno a un asse conficcato in parte in un pezzo ad incavo, che si afferra con la mano sinistra. Avvolgendo l'asse con una cordicella e tirando poi questa rapidamente con la mano destra, l'asse e le quattro ali girano con una rapidità vertiginosa, e come l'aria viene spostata per il rapido movimento di rotazione delle ali, l'apparecchio si solleva nello spazio per qualche metro di altezza. Il Nadar perfezionò il giocattolo, sostituendo all'azione della cordicella, che generava il moto delle ali, un movimento di orologeria, che, caricato continuamente, potesse farne muovere le ali senza interruzione alcuna. Il nuovo apparecchio si sollevò infatti nello spazio, e il Nadar predisse che se l'esperimento era riuscito in piccola scala doveva pur felicemente riuscire con le proporzioni enormemente accresciute, tali cioè da poter sollevare dal suolo un uomo, e il peso della sua macchina.

Intanto, accadeva un fatto curioso. Il Nadar, che deve la sua fama all'areonautica, diventò uno degli avversarii più accaniti del pallone. In un programma pubblicato nel 1863 egli ne proclamava la deposizione nel regno della navigazione aerea: « I palloni sono altrettanti mostri ciechi impossibili a dirigersi — scriveva l'ex fotografo — anzichè dominarli, si è da essi dominati. Coi palloni non si può andare dove si vuole, ma bisogna rassegnarsi ad andare or a destra, or a sinistra, a seconda dei capricci del vento. Invece l'elica: ecco la trionfatrice del domani, la santa elica! ».

Ahimè, mancavano i mezzi per la realizzazione del sogno di Nadar, ed

egli vinto dalla disperazione, invocò un bel giorno l'aiuto del suo nemico: del sovrano deposto: del pallone! Ecco egli costruirebbe un areostata capace di contenere un buon numero di passeggieri e offrirebbe al pubblico... pagante l'emozione di alcuni viaggi aerei. Col ricavato, farebbe fronte alle spese per le esperienze delle sue macchine... E così nacque il *Gigante*, il famoso *Gigante*, ossia il pallone più ampio che si fosse mai veduto. La sua capacità era di oltre 6000 metri cubici: la seta impiegatavi superò i 7000 metri; la navicella di giunchi alta 4 e larga 3 metri e mezzo pesava 1200 chilogrammi.

Il 4 ottobre 1863 il *Gigante* si sollevò dal suolo con numerosi passeggieri, e dopo qualche ora di salita, essendo l'aria calmissima, toccò di nuovo terra felicemente, a poche leghe dalla capitale. La prima prova incoraggiò per una seconda, e due settimane dopo ebbe luogo la nuova ascensione, che viceversa fu pericolosissima. Vale la pena di riassumere ciò che scrisse più tardi lo stesso Nadar nelle sue *Memorie del Gigante*.

Il piroscafo « Oceanic » comparato alla più larga via di New-York.

Non era il solo Nadar a dirigere l'immane areostata, ma ben nove ed esperti suoi colleghi, coi quali egli organizzò un perfetto servizio di guardia come a bordo di un piroscafo. Se la furia del vento, però, è poco propizia sulle onde, è addirittura fatale nel regno dei fulmini — come cantava il Monti; e la diligenza degli areonauti non valse a salvare il *Gigante* da un terribile naufragio...

Seguiamo il veicolo aereo che viaggia rapido. Di quando in quando passa al disopra di qualche centro popoloso; alle grida del portavoce e al rintocco delle campane, quei della terra rispondono agitando i fazzoletti. Si vedono i fari, a brevi intervalli, sulle coste:

— Il mare! Il mare!...

Poi altra terra e fuochi sparsi che non sono fari. Il pallone si abbassa alquanto:

— Ehi!.., genti: dove siamo? — si sgolano, facendo giumella con le mani.

— Ad Erquellines, nel Belgio, al confine francese...

— Ah, be'! Grazie — E via di nuovo; mentre dalla terra un burlone grida a squarciagola:

— Ohè del pallone! Favorite a scendere per la visita doganale!...

Il piroscafo *Regina Margherita* della « Navigazione Generale Italiana ».

Altri fuochi: officine, miniere, cantieri industriali. Poi una grande città illuminata a gas. Bruxelles! E a poca distanza Malines, la cattolica...

A poco a poco le tenebre avvolgono tutto l'orizzonte, e colle tenebre un silenzio sepolcrale... Si sente con ispavento il rumoreggiare dell'Oceano.

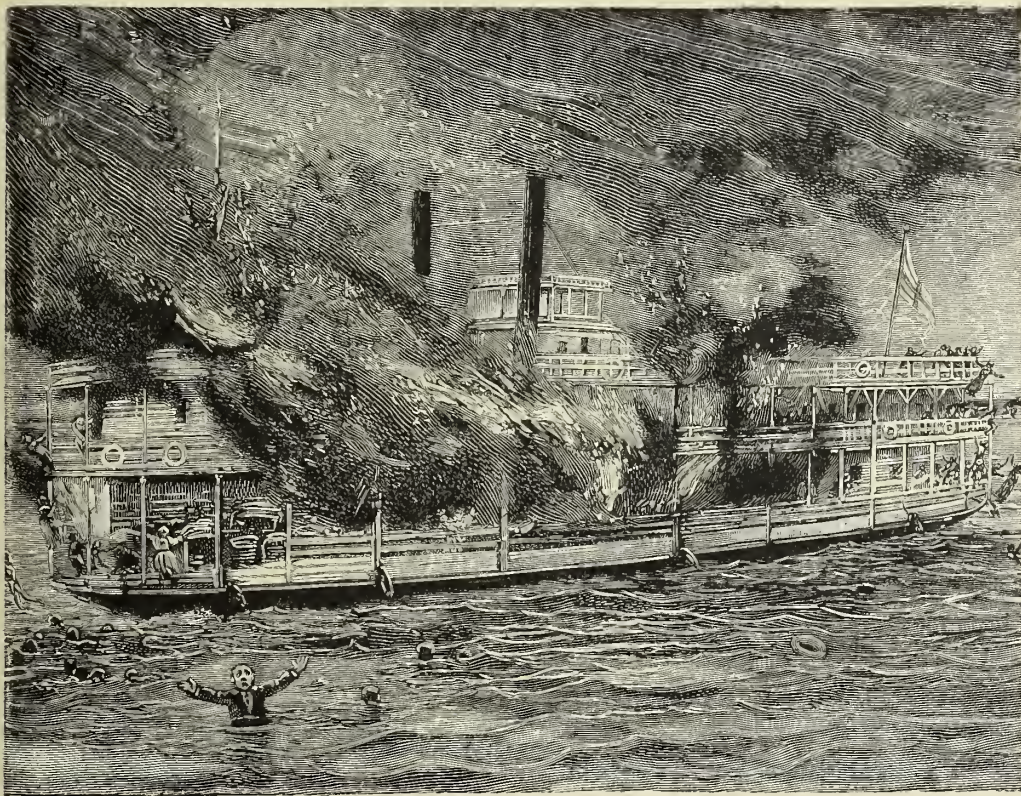
Quando l'orizzonte comincia a rischiararsi, un incantevole panorama riempie di letizia i viaggiatori aerei: larghe praterie, folti boschi, fitte città, stagni e fiumi d'argento. Ecco il gregge che s'avvia al pascolo, le linde casette variocolorate, l'ordine e la pulizia caratteristiche dei paesi nordici...

D'un subito, il bel panorama scompare: i raggi del sole alleggeriscono il gas e il pallone sale, sale, velocemente, spinto dal vento verso il levante. La stanchezza, il sonno, la paura di qualche sinistro decide i viaggiatori alla discesa. Si aprono le valvole del gas: il pallone non scende, precipita. Si fa appena in tempo di aggrapparsi alle funi; ma l'urto contro il suolo è potente... Le àncore sono lanciate, ma non prendono: il *Gigante* risale, poi discende, torna a salire come un'enorme palla elastica mossa da un titano. Un vento impetuoso lo spinge come una pagliuca, rasente il suolo: gli alberi ne sono schiantati; le scosse si seguono incessantemente. I viaggiatori sono sbattuti, contusi, sottoposti a mille torture morali e materiali.

Un nuovo pericolo si presenta inaspettato. Sul binario di una ferrovia un treno avanza con la velocità del fulmine. Ancora pochi istanti, e tutto è finito! L'urlo dei disgraziati è così formidabile che il macchinista ferroviario rallenta la corsa, gittando il fischio d'allarme. Il pallone passa a pochi metri; quelli del treno salutano i malcapitati agitando i berretti. Quanti suppongono le mille morti che sono nell'anima dei viaggiatori aerei?

Passato appena quel pericolo, eccone subito un altro: i fili del telegrafo, quattro fili che saranno per essi quattro ghigliottine. Fortunatamente però essi valgono a trattenere, presso Neubourg nell'Annover, l'irrequieto *Gigante,* che aveva voluto forse vendicarsi col suo costruttore per la guerra da lui mossa ai palloni.

Dopo ciò, è inutile aggiungere che l'impresa dell'ex fotografo andò pienamente fallita, e si chiuse con un passivo di 121 mila lire.

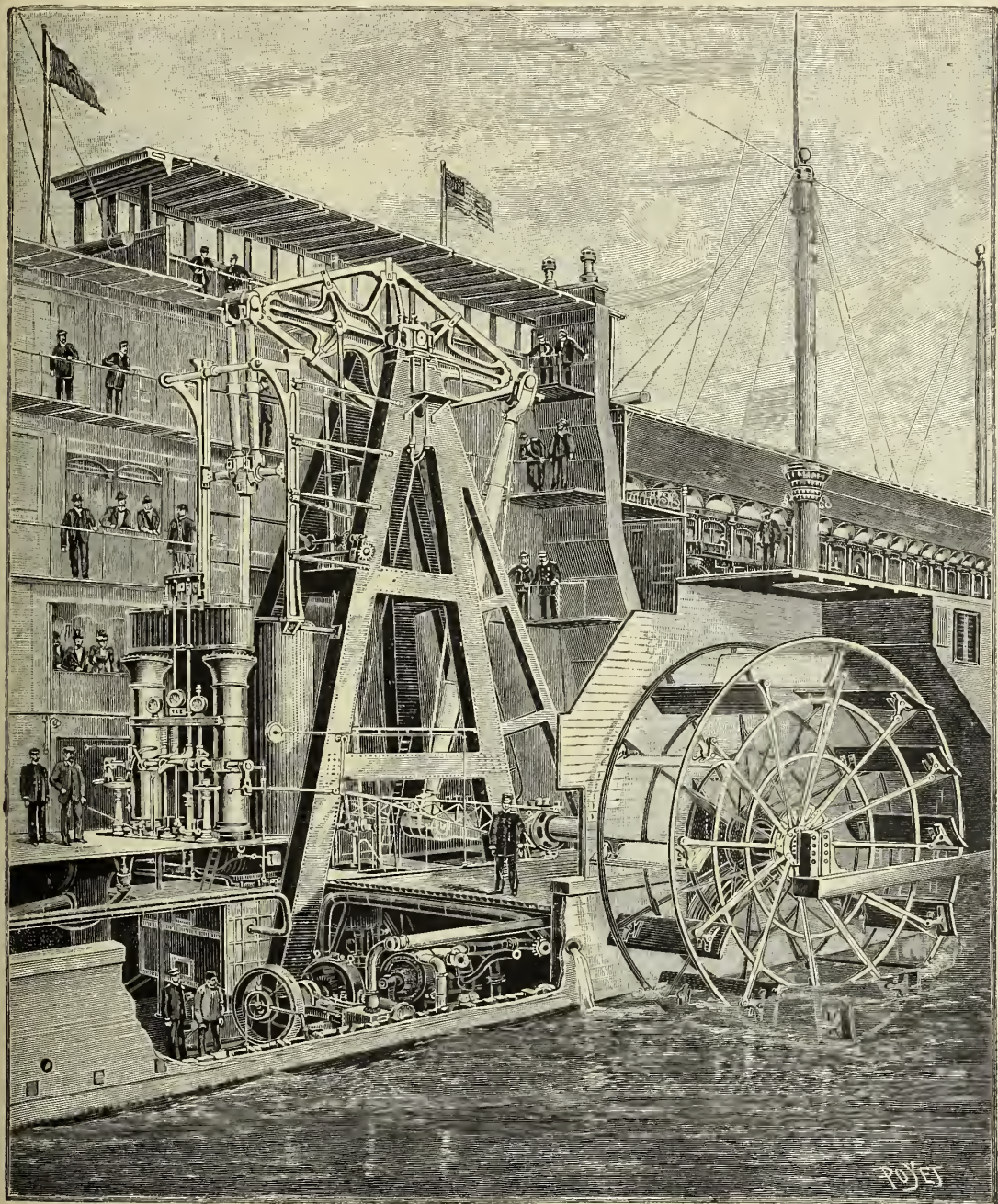
Per favorire le invenzioni, sorse frattanto in Inghilterra una società areo-

L'incendio del vapore « Alfonso Sevecxe » sul fiume Volga (agosto 1893).

nautica, presieduta dal Duca d'Argyll, che tenne frequenti sedute e aprì esposizioni di apparecchi areonautici nel palazzo di cristallo; ma il problema rimase ugualmente a risolversi, benchè gl'inventori si fossero moltiplicati. Modelli di macchine in molte parti simili a quella del Nadar presentarono: l'Artingstall, che studiò il modo di servirsi dell'aria compressa; lo Spencer, uno dei più forti ginnasti inglesi, che si basava sulla sua forza muscolare e riuscì con essa a fare dei piccoli voli rasente il suolo; il Kauffmann di Glasgow, che costruì una macchina con grandi ali ed una motrice a vapore. Anche lo Strinfellow espose un suo motore nel medesimo palazzo di Cristallo, e fece alcuni esperimenti nel Cremorne Garden, mercè i quali egli riuscì a far volare per un certo tratto un apparecchio mosso a vapore. Più recentemente ancora il signor Caurtemanche si propose, in un suo opuscolo sulla locomozione aerea, la costruzione di un apparecchio che, teoricamente parlando, avrebbe riunito tutte

le condizioni essenziali necessarie per la risoluzione del problema. Egli, accennando alla impossibilità di dirigere gli areostati a motivo della loro forma, della loro leggerezza e della grande resistenza dell'aria, si propose di poter volare mediante un apparecchio specificamente più pesante dell'aria, avente una lunghezza di 50 metri, un'altezza di 18 ed una larghezza di 14, con una sezione trasversale ovale, tale che il suo insieme si accostasse alla figura dei pesci. « Il contorno sarebbe formato così al disopra come al disotto da due robuste chiglie di legno e tutto lo scafo, il cui scheletro, anche di legno, verrebbe ricoperto di tela verniciata. Due eliche ascensionali formano il disotto dell'apparecchio, un'elica di propulsione orizzontale è situata indietro ed un timone davanti; il motore si trova nel mezzo e sui fianchi sono situate alcune superficie resistenti e di inclinazione variabile, le quali debbono operare a guisa di ali sull'aria, a seconda del movimento combinato dei propulsori ad elice sia orizzontali, che verticali ».

Sul sistema creato dall'Hänlein — cui si accennava disopra — furono ideati altri apparecchi: passiamo di volo su tutti, e ricordiamone soltanto uno che portò un gran mutamento all'areostato dell'Hänlein: quello del Baum-

L'insieme dell'*Airondack* vapore dell'Hudson.

garten, il quale credette di poter fare a meno del corpo galleggiante (pallone), dando alla sua macchina la facoltà di sollevarsi nell'aria mediante un'elica a tre ali, posta orizzontalmente e inferiormente alla navicella. C'era bensì il pallone, ma per limitare il suo scopo a tener la macchina in equilibrio con l'aria atmosferica quando era sulla terra. Per la mobilità di essa poi c'eran due paia di ali, situate in posizione orizzontale al di sotto del pallone.

La macchina dell' *Airondack.*

Una fra le ultime invenzioni del genere, quella di F. A. Wald, venne esperimentata a Berlino il 3 agosto 1888. Secondo quanto fu detto dallo stesso autore in una sua conferenza, il suo areostato si componeva di dieci recipienti impenetrabili al gas e costruiti di una sottile lastra di rame, aventi ognuno la capacità di 4500 metri cubi. Essi eran costruiti in modo tale da permettere il loro riempimento (dopo di essere stati vuotati dell'aria) per mezzo di valvole, le quali avevano l'ufficio di trasmettere il gas in un serbatoio, anch'esso epurato di aria, per regolare i rapporti di densità di tutti i recipienti. La lastra

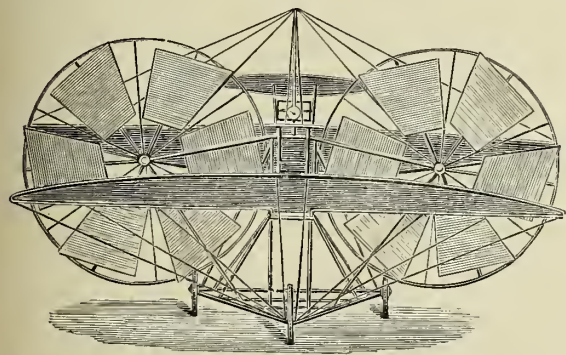
di rame di cui eran costruiti pesava 5 chilogrammi per ogni metro quadrato, ed il peso di tutto l'areostata non superava i 42000 chilogrammi, compresi i motori, le macchine, la rete metallica e gli espansori. Talchè dalla portata del gas idrogeno racchiuso nei tubi restavano ancora 12000 chilogrammi, per il peso delle persone che avrebbero preso parte alle ascensioni, dei materiali occorrenti e dalla zavorra, che poteva esser rappresentata anche dall'acqua. Il gas idrogeno non serviva che a pareggiare il peso dell'areostato, ed il suo movimento di salita e discesa era fornito di dieci espansori, riempiti di aria, che si sarebbe ridotta allo stato di rarefazione con un sistema che lo scopritore teneva segreto. Anche l'areostata di Wald aveva 8 ruote a forma

Il « Giulio Davout » battello in alluminio nelle acque della Senna.

di ali, di cui quattro formate con un sistema di 4 pale, e le altre con un sistema di 6 pale, messe in movimento da due motori e compienti 118 giri al minuto. Si offriva così all'aria una superficie utile di 280 giri al minuto. I locali destinati ai viaggiatori, alle macchine, la gabina del capitano, pel timoniere, eran tra loro strettamente uniti e fissati ai cubi del gas mediante una forte rete metallica; in tal modo le ruote a pale, messe in movimento, non trovando altro ostacolo innanzi ad esse, agivano direttamente sul corpo galleggiante. Una ruota di direzione completava i movimenti alle variazioni del centro di gravità dell'areostata, il quale aveva una lunghezza totale di 80 metri, l'altezza di 30 e la lunghezza di 20. La sua navicella era capace di 110 viaggiatori. Un imponente areostata, come si vede; ma le prove con esso fatte, non soddisfecero interamente, non essendosi potuto raggiungere che una dirigibilità relativa, per 45 gradi soltanto.

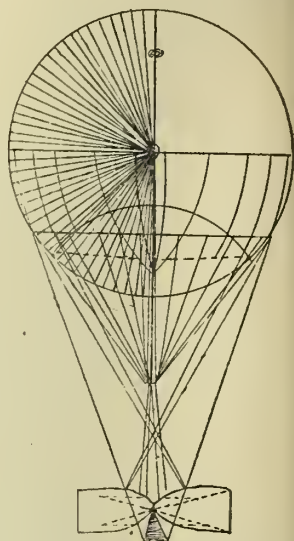
Sorvoliamo ancora, per fermarci un' ultima volta sul più importante viaggio in pallone del secolo XIX: quello dell'ingegnere svedese Andrée al Polo Nord.

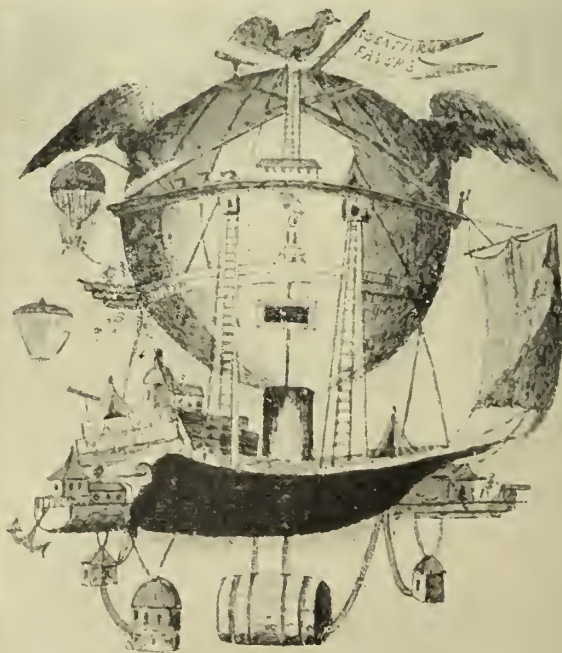
I fratelli Montgolfier.

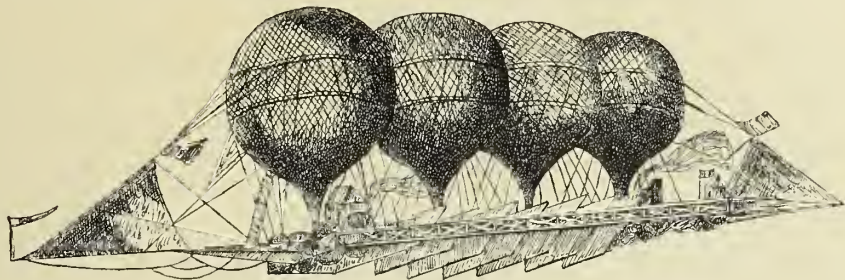
Il grandioso areostata del martire della scienza che tiene tuttavia sospesi gli animi di tutto il mondo civile fu battezzato prima col nome della regione verso la quale si sarebbe dovuto dirigere, poi con quello di *Oernen* (aquila). Costruito dal Lachambe di Parigi, nel parco Vaugirard, pel prezzo di 50000 lire, rimase parecchio tempo esposto nella grande galleria centrale al Campo di Marte, prima di essere trasportato a Gothenburgo. Esso misura (1) 75 piedi inglesi di altezza dal punto superiore all'estremo lembo di apertura, e 79 piedi compresa la navicella, nella quale si trovano anche i letti per gli areonauti. I due terzi superiori del pallone consistono in tre strati di seta sovrapposti, il terzo inferiore di un solo strato di seta, — tutti e tre furon verniciati ad olio. La seta venne importata espressamente dalla Cina ed è tratta dal bozzolo del baco di quercia. La parte superiore dell'areostata è anche coperta da una specie di camicia, fatta della stessa seta e verniciata fortemente così all' esterno come internamente, allo scopo di proteggere il pallone dai raggi solari, dai venti e dalle piogge. La reticella che lo involge è di canape d'Italia, della grossezza di 5 millimetri; essa fu intrecciata, formando delle maglie della lunghezza di 13 pollici, dove il pallone è più largo, lunghezza che va di mano in mano diminuendo dov'esso si restringe. In alto si collocarono due valvole invece di una sola, alle parti opposte dell'equatore, e in fondo ve ne è un'altra automatica e destinata ad impedire l'entrata dell'aria nell'areostata. Quest'ultima si apre con una pressione eguale a quella di dieci centimetri di acqua, lasciando uscire tutto il gas superfluo; le valvole superiori, invece, si aprono mediante cordicelle. La parte più forte ed essenziale dell'apparecchio è rappresentata dal così detto anello di sospensione — che, secondo l'opinione dell'Andrée, sta al pallone come la chiglia alla nave — anello, al quale met-

Modello di un drago volante.

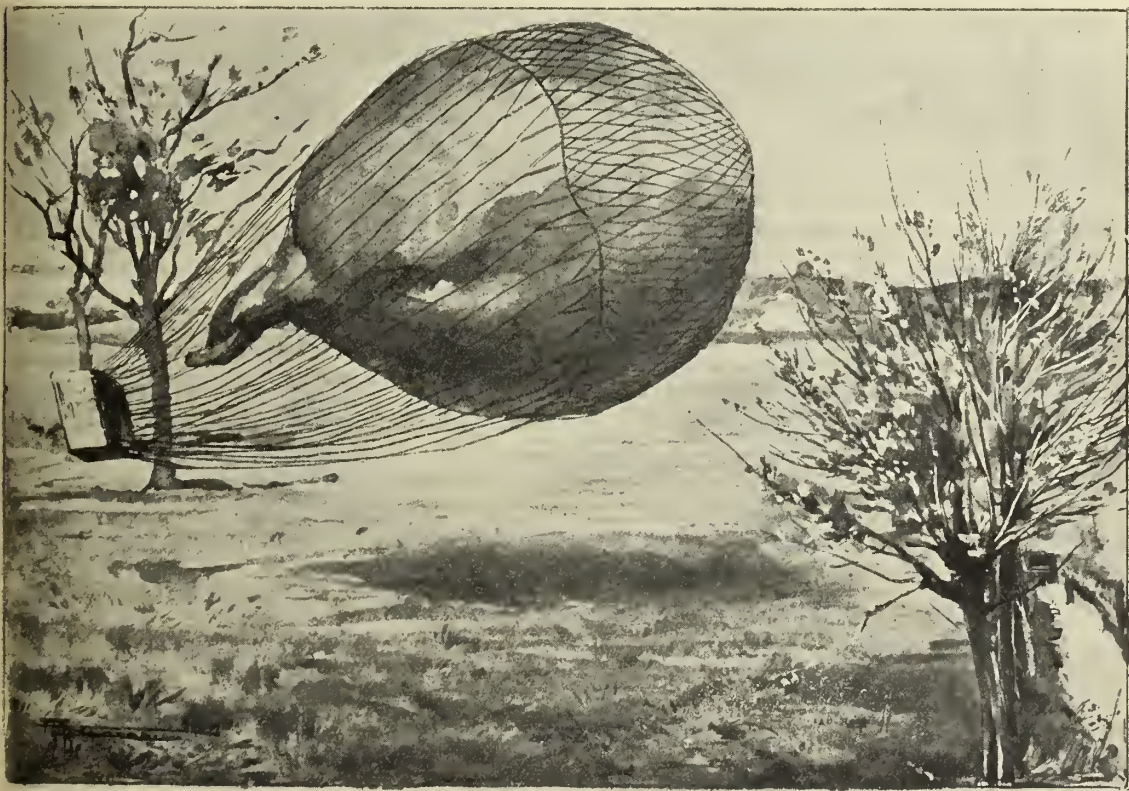
(1) Adoperiamo il tempo presente per la dolce speranza che pallone ed areonauti esistano tuttora.

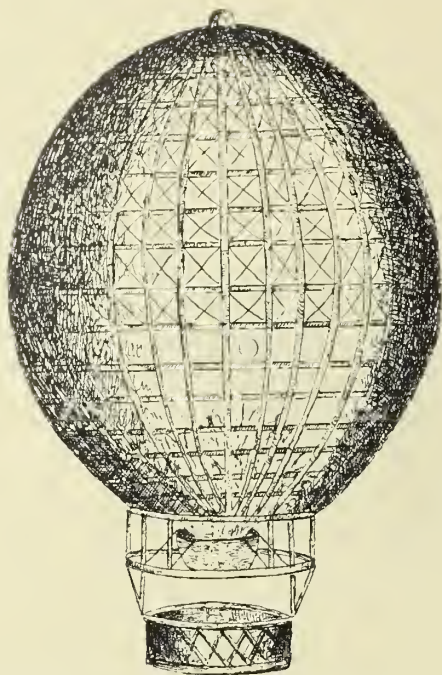
tono capo tutte le cordicelle, in numero di 48, che scendono dalla reticella. L'anello di sospensione misura 7 metri di circonferenza, è costruito in legno e rafforzato con barre di ferro; esso serve anche ad uso di magazzino per le àncore, le provvigioni e le corde. Gli spazî vuoti fra le corde che scendono dalla rete all'anello di sospensione furon riuniti per mezzo di canavaggio, che nella faccia interna porta ricucite circa 300 tasche, adibite a conservare le provvigioni, i materiali occorrenti per montare una tenda, tre slitte ed una barca. La cesta o navicella è sostenuta dall'anello di sospensione, e a questo sono fissati anche gli apparecchi per manovrare e dirigere il pallone.

Areostato dirigibile di Dupuy de Lôme.

L'areostato Dupuy de Lôme visto di fronte.

L'apparecchio per la dirigibilità dell'areostata è formato da un sistema di vele e corde di guida. Le corde, alcune formate di corteccia di cocco e quindi più resistenti, altre di canape italiana, sono tutte infisse all'anello di sospensione. Le prime, in numero di tre, scendono dall'anello fino a toccare la terra od il mare: la loro lunghezza non è uguale: la più lunga è di 370 metri, la media di 320 e la terza di 310 metri, per evitare che, scendendo tutte e tre insieme, potessero intricarsi tra loro e arrestare il pallone. Esse tracciano una linea esattissima come una scia, seguendo la direzione del pallone, sicchè se una, toccando la terra od il mare si muove per esempio da destra verso sinitra nell'anello di sospensione,

Il pallone « Minerva » di Roberston (da un disegno dell'autore).

il pallone deve necessariamente girare in direzione opposta per potersi seguire il proprio cammino esattamente. Tale scoperta fu fatta dall'Andrée in un suo viaggio areonautico mentre attraversava il Baltico. Egli lasciò scendere l'estremità di una corda nell'acqua e vide che il movimento del pallone si ral-

Battello aereo di Petin, disegnato dallo stesso.

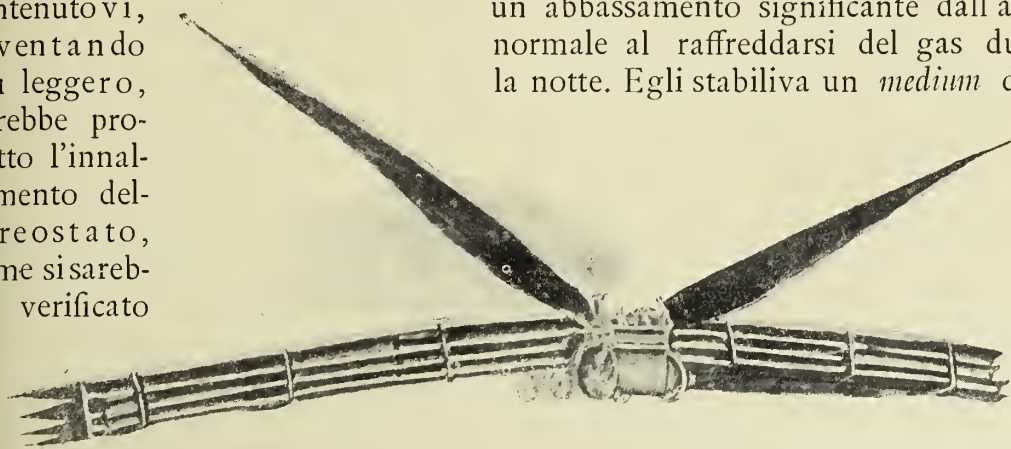
lentava. Studiando in seguito questo fenomeno, riuscì a stabilire il principio che rallentando l'azione delle corde di guida sul pallone, questo si muove con maggiore velocità che non col vento, determinando in quanto alla velocità una

La catastrofe del *Gigante* di Nadar (19 ottobre 1863).

pressione del vento che è in ragione diretta della diminuzione della velocità. Questa pressione, agendo su di una vela, trasporta il pallone in una certa direzione, e se la vela si trova disposta ad angolo retto secondo la direzione del vento, il pallone non cambia direzione, mentre che, se l'angolo della vela

Mongolfiera innalzata a Milano il 23 febbraio 1784 montata dal cav. Andreani e dai fratelli Galli. (Da un' incisione dell' epoca).

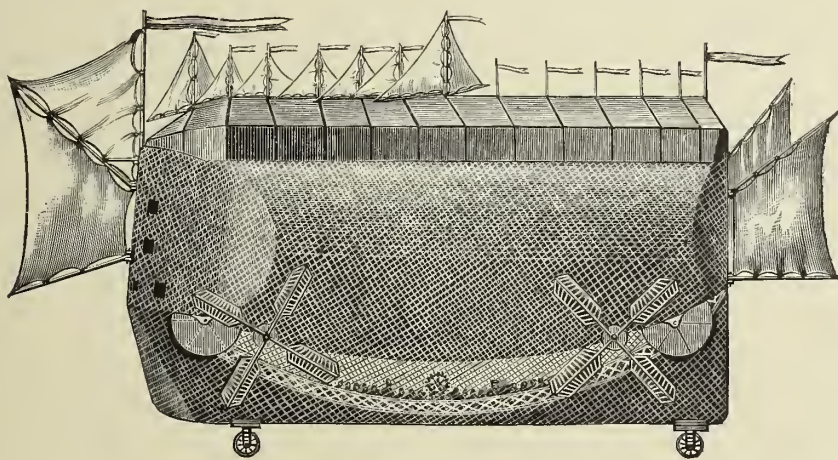
diventa sempre più acuto, il pallone devia seguendo la direzione della pressione esercitata dal vento. Le vele sono in numero di tre, fissate a canne fortissime di bambù, le quali attraversano l'anello di sospensione e sono situate una al di qua delle corde che sostengono l'anello e le altre due al di fuori, restando attaccate alla parte superiore del pallone con lunghe corregge di cuoio. Nel loro assieme le tre vele offrono al vento una superficie di 242 metri quadrati (800 piedi inglesi). Le vele ordinariamente servono a far camminare il pallone nella direzione dei venti; ma, se per caso le corde di guida dell'anello si spostano verso destra o sinistra, le vele invece di trovarsi in linea retta verso il vento, formano un piccolo angolo di deviazione, insieme con le corde che le regolano, e la navicella, invece di seguire direttamente l'impulso immediato del vento, viene a muoversi secondo un dato angolo in direzione del vento stesso. Come accennavamo, le corde di guida servono a mantenere il pallone ad un'altezza costante, non maggiore di 180 metri, strisciando sulla terra o sull'acqua. L'effetto si ottiene a mezzo del loro peso, che non permette all'areostata una maggiore elevazione. L'idea di tali corde di guida non è, però, stata intuita dall'Andrée: la si deve al Quen, il famoso areonauta inglese, il quale se ne servi solamente per una progressiva e facile discesa del pallone.

Lo stesso Andrée diceva che nel suo viaggio al polo Nord avrebbe fatto il possibile di non innalzarsi al di sopra dell'altezza di 150 metri, a meno che non avesse incontrato delle montagne. Il dottor Nils Strindberg, uno

I drammi dell'aria: la caduta di un pallone nell'Oceano.

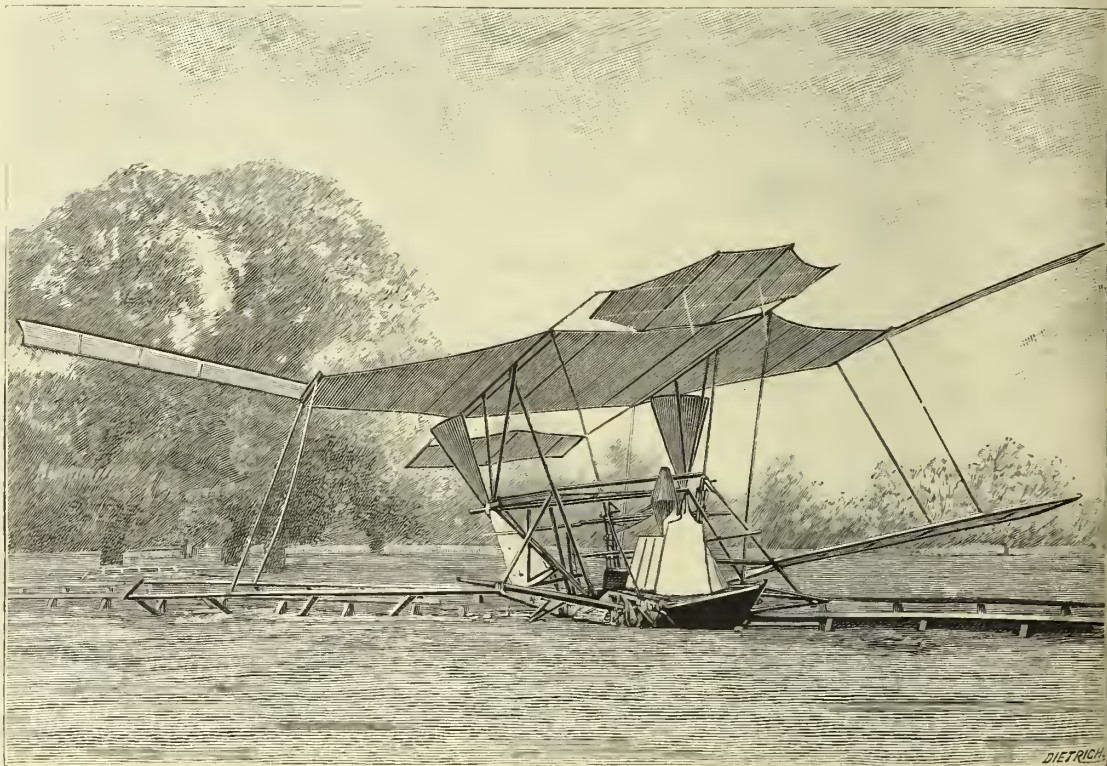
dei compagni di Andrée, faceva però notare che l'altezza dei 150 metri sarebbe stata superata anche indipendentemente dalle ragioni riguardanti la configurazione naturale del suolo, e per ragioni puramente termofisiche, poichè quando il pallone sarebbe stato battuto in pieno dai raggi solari, il gas contenutovi, diventando più leggero, avrebbe prodotto l'innalzamento dell'areostato, come si sarebbe verificato un abbassamento significante dall'altezza normale al raffreddarsi del gas durante la notte. Egli stabiliva un *medium* di 300

La locomotiva aerea di Kauffmann.

metri come massimo di altezza che il pallone avrebbe raggiunto in una variazione di temperatura eguale a 20 gradi Celsius.

Occorrendo una maggiore elevazione del pallone, basterà aumentarne la forza in alto, dovendo esso sollevare le corde striscianti, le quali pesano 100 chilogrammi. Le corde di guida hanno uno spessore di 10 millimetri circa e sono

Modello dell'areostato di F. A. Wald.

fatte di canape italiana per i primi 100 metri e pel resto della loro lunghezza di corteccia di cocco, impregnate di vaselina per poterle rendere impermeabili all'acqua, e per evitare nello stesso tempo un maggiore attrito, nel loro sfregamento. Esse vengono smosse dal cerchio di sospensione, al quale sono fissate con un sistema di carrucole a seconda del bisogno di manovra dell'areostata. Oltre alle corde di guida, il pallone ne ha altre occorrenti per la za-

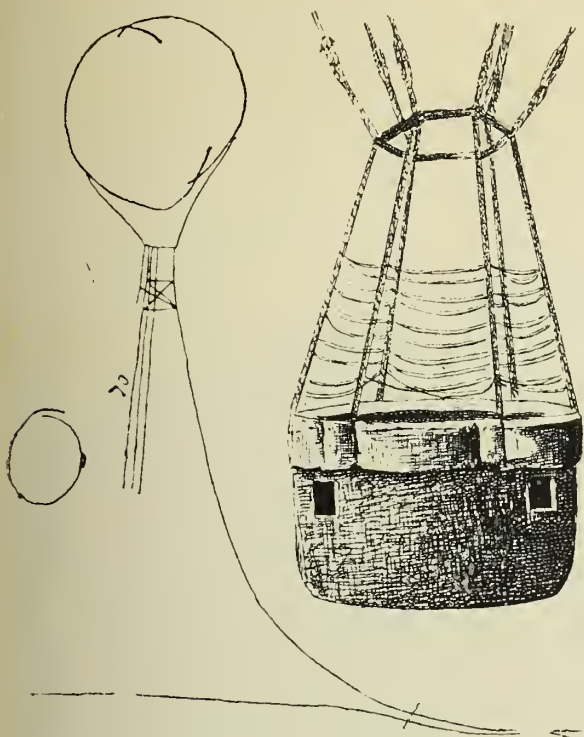
vorra e che possono in caso di bisogno essere tagliante. Nel caso che le corde guide andassero perdute, quelle di zavorra potrebbero sostituirle, avendo lo stesso peso e la stessa lunghezza delle altre.

La navicella dell'*Oernen* è di forma circolare, col diametro di sei piedi e mezzo, e una profondità di circa 5 piedi. Sulla parte superiore ha una specie di coperchio, nel quale è praticata una botola atta a fornire il passaggio ai viaggiatori che volessero discendere nell'osservatorio, che misura uno spazio di quasi 8 piedi al di sopra dello stesso coperchio. La navicella contiene un letto, dove per turno riposa uno degli areonauti, mentre gli altri due restano

Aeroplano Maxim.

sull'osservatorio; il suo lembo inferiore, indicante la direzione del pallone è resecato allo scopo di non farla rovesciare allorchè tocca il suolo.

Superiormente alla navicella e a portata di mano si trova un cerchio sul quale sono appoggiati gl' istrumenti scientifici per le osservazioni metereologiche: termometri, barometri, altazimuth, anemometri, sestanti, un istrumento per misurare la intensità dei raggi solari, un altro per determinare la velocità e la direzione delle nubi, un teodolite, un magnetometro, alcuni compassi, due camere oscure fotografiche ed infine un istrumento per determinare il vero orizzonte. Questi istrumenti furono costruiti ed inventati in massima parte dai dottori Eckholm e Strindberg.

Un' altra invenzione fu aggiunta all'areostata da E. Göransson, e riguarda il fornello per la cucina, il quale misura 25 centimetri su 45 ed è costruito in modo da evitare i pericoli che potrebbero verificarsi per la sua vicinanza

IL VIAGGIO AEREONAUTICO DI ANDRÉE AL POLO NORD
LA PARTENZA DALLO SPITZBERG, NELL' ISOLA DI AMSTERDAM.
(*da un acquarello di* Rodolfo Paoletti).

Diaframma che dimostra le relative lunghezze delle corde di guida e delle corde da zavorra — La navicella del pallone *Oernen*. (Disegno autografo di Andrèe).

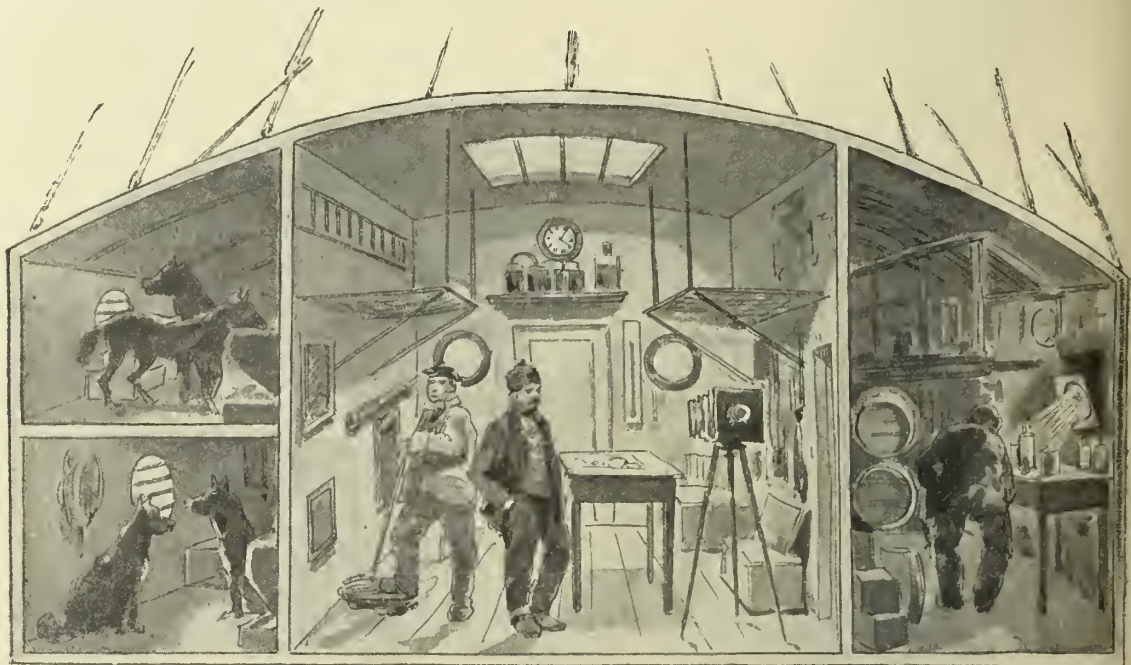
col gas. Esso viene sospeso a mezzo di una fune della lunghezza di 7 metri e si accende mediante una funicella scorrevole entro un tubo di gomma, portante il fiammifero acceso, che dà fuoco alla lampada. Questa è di tale potenzialità che in meno di mezz' ora le vivande sono belle e cucinate, e si spegne con soffio attraverso il tubo di gomma.

La barchetta smontabile, invenzione dell' Andrée e dei suoi compagni, è lunga metri 3,65, ha una larghezza di m. 1.22 ed è formata con un' ossatura di legno di frassino ricoperta della medesima seta del pallone; le sue parti si congiungono mediante alcuni nervi, essendo escluso l'uso dei chiodi e delle viti. È capace di contenere tre persone e sopportare inoltre un peso di 600 chilogrammi: essa può essere montata da due persone nello spazio di 6 ore. Le slitte, anch'esse costruite in legno frassino, misurano una lunghezza di 3 metri, pesano quasi 15 chilogrammi e sono capaci di sopportare un peso di 100 chilogrammi. Sono munite di un salvagente di sughero e coperte da un filo di rame, terminante in una spirale, alla quale è attaccata la bandiera svedese.

Il viaggio di scoverta al polo Nord intrapreso dall' Andrée ,

Il pallone di Andrée allo Spitzberg prima della partenza.

dal Fraenkel e dallo Strindberg si divideva in tre parti: 1.° Viaggio allo Spitzberg; 2.° Viaggio in pallone dallo Spitzberg possibilmente sino al polo Nord; 3.° Ritorno.

Per il trasporto dei viaggiatori, del pallone del materiale occorrente a gonfiarlo, e delle provvigioni, fino allo Spitzberg fu noleggiato il vapore *Virgo*

Interno della navicella del pallone di Andrée.

di 5500 tonnellate, comandato dal capitano H. Zachau. Il bastimento partì da Gothenburgo il 7 giugno 1896, toccando Tromsö, dove caricò il materiale occorrente alla produzione del gas, ed arrivò all' isola Amsrerdam nello Spitzberg il 18 giugno. Per il gonfiamento del pallone dovette erigersi una baracca dell' altezza di 30 metri e larga 29, avente la forma di un ottagono; per la sua costruzione si impiegarono circa 2000 metri quadrati di legname, con una spesa di 25000 lire. Fu costruita da Lvor Smedbery su disegno dell'ingegnere F. Bobery e constava di 4 piani aventi un' altezza di circa 5 metri ognuno, formando un ottagono regolare inscritto in un cerchio di 25 metri di diametro. L'interno della baracca era rischiarato da grandi finestre, che in luogo dei vetri, furon garentite da lastre di una sostanza gelatinosa; il soffitto della baracca era in tela di canape e montato in maniera da poter essere tolto in pochi minuti.

Per la produzione del gas che servì al gonfiamento del pallone furono adoperate 40 tonnellate di limatura di ferro, 35 tonnellate di acido solforico e 75 di acqua. Secondo i calcoli fatti dall' Andrée, il pallone, in buone condizioni atmosferiche, avrebbe potuto percorrere dalle 12 alle 15 miglia al giorno, raggiungendo il polo in 6 giorni e la Siberia e l' America Settentrionale al più in due settimane, percorrendo così oltre 3300 chilometri. Ahimè! Dall'11 luglio 1896 sono trascorsi quasi tre anni e nessuna notizia consolatrice è venuta

a spazzare le preoccupazioni dalla multipla anima della vecchia Europa, che teme perduti i suoi tre arditi figliuoli del nord.

Le prime notizie che si ebbero della spedizione, circa un anno dopo della partenza, furon date da una baleniera che il 13 luglio '97 apprese nell'isola Phipps, a nord dello Spitzberg, essere stato visto l'*Oernen* a 82.2° latit. N. e a 15.5° long. E. — vale a dire a circa 145 chilometri a settentrione e 45 a levante dal suo punto di partenza. Da allora in poi, le notizie si sono moltiplicate, ma nessuna certezza si è avuta. Chi riteneva che il pallone era caduto sui ghiacci dell'oceano polare siberiano; chi sulle coste della Groenlandia.

S. A. Andrée.

Iniziate le ricerche, si percorsero le coste della terra Francesco Giuseppe, della Siberia, dello Spitzberghe, del mar di Cara, delle isole della Nuova Siberia, ecc. ma furono vane le speranze di rintracciare gli arditi esploratori. Il 7 luglio 1898 il capitano Wellmann, viaggiando col suo *Fridhiof* scoprì a Capo Tyethoff alcune orme umane e pensò subito all'Andrée; lo stesso toccò al dottor Schwarz.

Poi le voci si fecero sempre più numerose e disparate. Chi aveva visto il pallone nei pressi dell'isola di Cola, come un enorme carcame di balena; chi lo aveva visto librato in aria, a poche miglia dal Capo Quesnelle, nella Colombia inglese; a chi era parso udire lunghe grida di soccorso, a Ice-fiord; ad altri ancora lo scoppio di un'arma da fuoco, certamente l'arma di Andrée e dei compagni — fra i ghiacci della Groenlandia orientale.

Talvolta, le notizie assunsero le caratteristiche leggendarie: alcuni Indiani di Fort Dauphin, nel Canadà, videro un giorno precipitar dalle nubi uno strano globo da cui erano uscite bizzarre forme umane...

Un cacciatore di foche trovò in mare una cassetta con tutto l'itinerario di Andrée; il viaggiatore Giacomo Cart trovò qualcosa di più interessante: nientemeno che alcuni scritti autentici di Andrée descriventi le avventure del viaggio polare! Naturalmente, eran fole che si sfatavano di mano in mano, e pare si sia sfatata anche l'ultima che corse testè i giornali di tutto il mondo. Essa affermava che alcuni Tungusi, l'11 febbraio '99, fra Koms e Pit, cir-

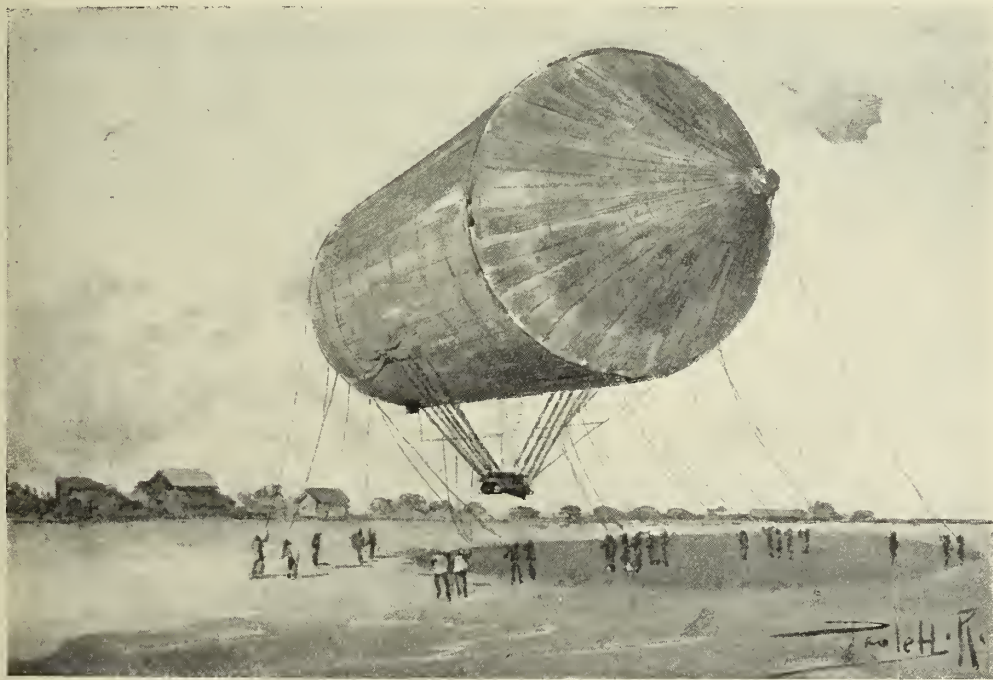
Nils Strindberg, compagno di Andrée.

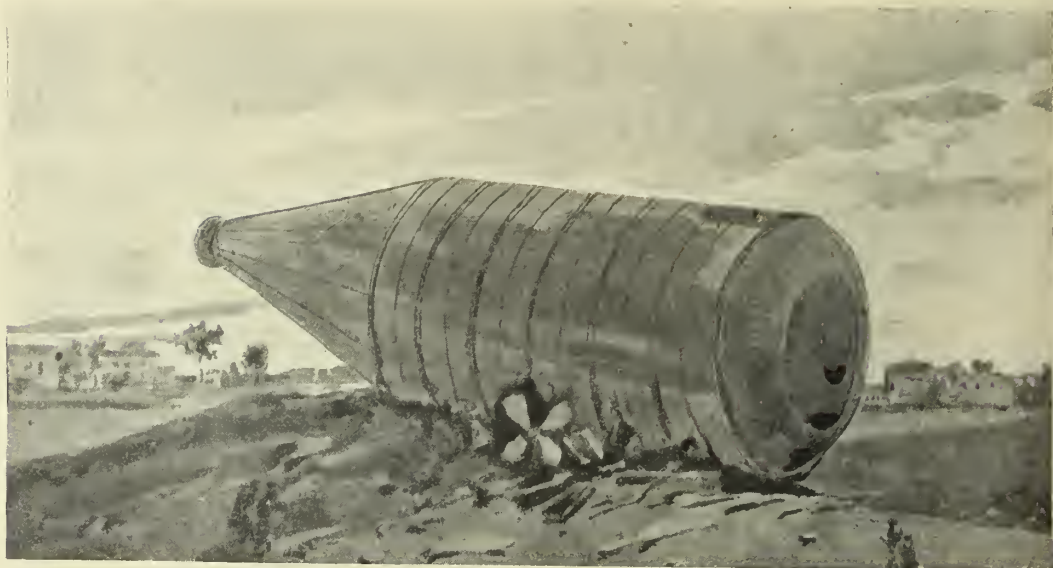
condario del Jenisseisk, avevano visto una specie di capanna di stoffa e cordami rassomigliante a un pallone e poco lungi da essa tre cadaveri, di cui uno con la testa rotta, e degli strumenti ad essi sconosciuti. A chi potevano mai appartenere quelle ossa se non ad Andrée e ai suoi degni compagni di esplorazione Strindberg e Fraenkel? Nulla però si è potuto accertare, nonostante un apposito viaggio fatto dopo il triste telegramma del Dottor Martin, sovvenzionato dal Governo svedese, che si avanzò in Siberia, oltre la foresta di Taigan.

Mentre scriviamo, un inglese, certo Carlo Hite, si propone di rinnovare l' esperienza con un pallone dirigibile di propria invenzione. Sarà egli una nuova e vana vittima della scienza? Auguriamoci di no, come ci auguriamo di leggere un bel giorno — e sarà bello davvero — che i tre arditi svedesi sono sani e salvi.

In quanto ai nostri nipoti è superfluo l'augurio: essi, modificando l'aeroplano del Sanderval che riscosse il plauso dell'Accademia delle Scienze di Parigi, e riprovando gli esperimenti dell'inglese Maxim, del tedesco Lilienthal, dell'americano Langley e di un'altra dozzina d' inventori, troveranno senza dubbio il modo di viaggiare comodamente a un paio di centinaia di metri sulla terra e sul mare, specie coll'aiuto dell'alluminio. A questo metallo, che in terra, in mare e in cielo avrà presto il suo quarto d'ora di celebrità, si pensò dopo le esperienze dell' ing. Canovetti fatte nel 1884 con un pallone cilindrico di rame che pesava kg. 4.50 per metro quadrato. Impiegando l'alluminio, tale peso si riduce a

Diagramma dell'apparecchio di guida (timone)
Cucinetta sospesa — La slitta.
(Disegni autografi di Andrée).

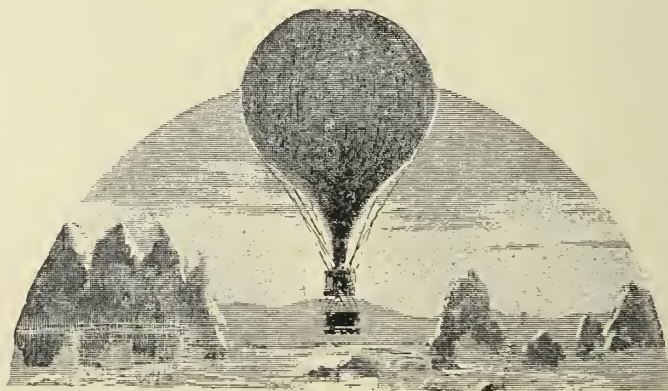
un terzo. Il pallone d'alluminio fu recentemente costruito, a spese di Carlo Berg di Lüdenscheid dal croato Davide Schwarz di Zagabria, ed esperimentato il 5 novembre 1897. La lunghezza dell' areostata misurava m. 47,50 ed aveva una sezione ellittica cogli assi di 12 e 14 m. di lunghezza. La superficie che presentava all' azione dell' aria era di m. 132; il volume di m. c. 3697, vale a dire una capacità non mai raggiunta da altro pallone. Il motore, sistema Daimler, aveva i cilindri della forza di 16 cavalli-vapori; tre eliche di alluminio erano ai due lati e sulla navicella del diametro di m. 2.75; il peso totale dell' apparecchio, 3560 chilogrammi. Innalzatosi dopo un faticoso la-

Il pallone d'alluminio, innalzato il 5 novembre 1897 nel Parco di Tempelhof.

voro di gonfiamento dal Parco di Tempelhof coll'areonauta Jagels, cominciò a funzionar bene; ma si perdette ogni speranza di riuscita allo staccarsi delle due cinghie che comunicavano il movimento alle eliche. Rimasto così in balìa del vento, dopo una serie di peripezie, finiva coll'adagiarsi su una collina cespugliata, fra Schöneberg e Wilmersdof. Al mattino seguente, del pallone non rimaneva che una informe carcassa. Questo esperimento costò 250.000 lire; ma non fu infruttuoso, poichè altri certamente ne faranno tesoro; sì che presto o tardi, i sullodati nostri nipoti — come noi oggi in terra i tram elettrici, le automobili e la bicicletta, e sul mare e sui fiumi i sontuosi palazzi ambulanti, — avranno le barche e gli *omnibus* aerei, e (se si realizza il *volo dinamico* che ora studia e, dicono, con felice risultato il signor Joseph Hofman di Berlino) ciascuno la propria macchina per volare, realizzando ciò che adesso Ermete Novelli, con insuperabile *verve*, descrive nel grazioso monologo di Gandolin, che tutti ricordano:

Il pallone d'alluminio, caduto fra Schöneberg e Wilmersdof.

« . . . Metto in moto la mia macchina e mi alzo, poniamo, 5 o sei mila metri, e poi mi fermo a vedere. Il mondo gira sotto di me: io vedo passare sotto i miei occhi la Francia, la Spagna, il Portogallo, l'Oceano Atlantico e poi vedo un mucchio di case e dico:

— « Se non mi sbaglio, quello è Montevideo » e allora discendo fresco come una rosa. Entro in uno dei primi alberghi, vivo come un principe, e poi dico:

— « Mi si prepari il conto che stasera si va via » e mentre il conto mi aspetta sul portone . . . io vado via dalla finestra ! »

Non si tratta di una geniale burletta artistica, dal momento che il prelodato signor Hofman assicura che col suo « voliero » in due giorni si va dall'Europa a New-York !

La città di Suez vista dal porto.

IL CANALE DI SUEZ

I canali nell'antichità — Il canale di Necos — L'eroismo di Wagorn — Fra Suez e le Indie — Linant-Bey e C.ª — Mehemed-Alì e Ferdinando de Lesseps — Il primo colpo di zappa — Il disegno di Lesseps — Gli ostacoli — Le opposizioni d'Ismail ben-Ibraim — L'arbitrato francese — Un passo indietro — Gli operai indigeni — Le macchine — Il lavoro delle draghe — Nuove chiatte e nuovi battelli — Porto-Said, Suez ed Ismailia — I due tronchi del Canale — Le dighe — Il prestito rigeneratore — La visita del Vicerè — L'accesso del Mediterraneo — L'inaugurazione — Le potenze europee a Suez — Gl'Inglesi nel giuoco — I vantaggi del Canale — Quadro statistico del passaggio — Conclusione.

I canali artificiali non sono un vanto del secolo XIX come invenzione, ma lo sono invece le proporzioni colossali di quelli scavati in questo meraviglioso periodo centenario. La storia ci apprende che gli abitanti delle terre africane ed asiatiche, in epoca remotissima facevan derivare canali d'irrigazione e di navigazione dai fiumi, e fra i più importanti son ricordati i due canali costrutti in Egitto, nel XVIII secolo prima dell'era cristiana.

Nè l'idea di una comunicazione fra il Mediterraneo e il mar Rosso ci appare nuova di zecca, quando leggiamo in Erodoto che la bellezza di 600 anni avanti Cristo, il re Necos iniziò un canale che, partendo da Bubastis, sul braccio orientale del Nilo, doveva sboccare appunto nel mar Rosso. Sappiamo che lo continuò poi Dario succeduto sul trono persiano a Cambise, che si era im-

possessato dell'Egitto, e lo ultimò, secondo Strabone, Tolomeo Filadelfo. Diventato l' Egitto una provincia romana, in seguito alla battaglia d' Azio, il canale fu migliorato da Trajano e da Adriano, e durò gran tempo in buono stato. Lo guastarono più tardi gli Arabi invasori; ma il califfo Omar, poi che il suo generale Amru conquistò quelle terre, lo fece restaurare, fin che insorta Medina contro di lui, lo fece addirittura colmare per ostacolar le provviste alla città ribelle. In vicinanza di Suez se ne vedono ancora le tracce.

Nel Secolo XVI il Governo turco dominante l'Egitto ordinò degli studî sulla possibilità di riaprire il canale di Necos, ma essi non condussero ad alcun risultato pratico. E non miglior fortuna ebbero nel secolo successivo le pratiche che tenne il ministro di Francia Colbert con la Sublime Porta, perchè consentisse alla costruzione d'una via navigabile attraverso all' Egitto, essendosi ad essa opposta l'ignoranza e i sospetti dei Maomettani. Ancora un tentativo inutile fu fatto nel 1776 da Luigi XVI che mandò un ufficiale ad investigare colaggiù la linea e i mezzi più acconci per un passaggio acqueo verso l'estremo Oriente. E non fu neppur questo l'ultimo. Durante la spedizione francese d'Egitto, il primo console Napoleone, che meditava la conquista delle Indie, visitati gli avanzi dell' antico, incaricò l'ingegnere Lepère di fare, secondo le sue indicazioni, il progetto d'un nuovo canale. Ma, costretto il futuro imperatore a lasciare quella regione, fu abbandonato il progetto del Lepère, ch'era del resto caduto in un grosso errore, giudicando il livello dei due mari notevolmente diverso. Tornata in pace l'Europa, dopo le cruente guerre della Repubblica e dell'Impero, fu generale lo slancio verso il progresso che rese questo secolo più che tutti memorando. Le più stupefacenti scoperte si succedevano a brevi intervalli e se ne avvantaggiavano ognor più le scienze, l'industria e il commercio. Fu quindi naturale il risorgere del pensiero d'una via considerabilmente più breve di quella del Capo di Buona Speranza per il crescente traffico fra l'Oriente e l'Occidente. Così il Governo di Bombay, fin dal 1823 e una seconda volta tre anni appresso, fece a quello di Londra la proposta di stabilire un servizio di piroscafi fra la costa indiana e Suez; ma il Governo centrale, nella falsa credenza che il viaggio per il Capo fosse più sollecito e più sicuro, non vi aderì. Non pertanto l'idea fu in breve accolta dai più; e per dimostrarla giusta col fatto, il Wagorn, un valente ufficiale della marina britannica, prese la generosa risoluzione di assumere da solo e a proprie spese il trasporto dei dispacci delle Indie,

Ferdinando di Lesseps.

Il Canale a Suez durante la bassa marea.

passando per l'istmo. E, ottenuto che gli si affidasse un duplicato dei dispacci, fece per buona pezza quel trasporto egli stesso. Attraversando la Francia e l'Italia, egli faceva il tragitto del Mediterraneo, donde sbarcava ad Alessandria, varcava il deserto sul dosso d'un cammello, e da Suez saliva a bordo della prima nave in partenza per le Indie. Non era poco, come si vede; ma il valent'uomo arrivava sempre molto prima del corriere che girava l'estrema punta meridionale dell'Africa. Il Governo lo lasciava fare, senza mostrare di accorgersi quanto fosse preferibile quella via, per il risparmio di tempo e di spesa, e il Wagorn, punto scoraggito, seguitò, fino a che quella vitaccia non gli danneggiò con la borsa la salute. L' infelice morì precocemente lasciando la famiglia nella miseria procurata dalla sua generosità!

Allora il maggiore dell'esercito inglese Chesney gridò a tutti che la vera strada delle Indie era l'Istmo di Suez; la voce possente diè nel luogo, 1834, a un'inchiesta che lasciò il tempo che trovò; ma di lì a tre anni se ne fece un'altra con maggior solennità, e l'effetto di essa fu l'attuazione della vecchia proposta del Governo di Bombay. La *Compagnia peninsulare orientale* instituì quindi un servizio regolare di vapori fra Suez e le Indie, in corrispondenza alla linea stabilita fra Liverpool ed Alessandria, mentre da Alessandria a Suez si stabiliva una vivace corsa di diligenze. Più equa di tante società di capitalisti, quella compagnia si sovvenne della famiglia del povero Wagorn, e assicurò alla vedova un'annua pensione di venticinquemila lire.

Il nuovo servizio ebbe un così splendido risultato, che consigliò il prolun-

gamento della ferrovia da Cairo a Suez, e quel tronco venne infatti lestamente eseguito, apportando a Suez un rapido ed insperato sviluppo.

In quel torno il maggiore Chesney, alla cui opinione aderivano Laplace e Fournier, sosteneva che il mar Rosso ed il Mediterraneo, lungi dal presentare la differenza d'altezza di 10 metri al pelo dell'acqua, come aveva giudicato il Lepère, erano perfettamente a livello. Due ufficiali inglesi vollero farne la prova e, mediante contemporanei esperimenti termometrici sulle due sponde, si persuasero che il Chesney asseriva il vero. Coll' estendersi di quella credenza, prese sempre più piede l'idea di un canale che collegasse i due mari, e vennero successivamente in luce varî progetti. Il più notevole fu quello di Linant de Bellefonds, più noto sotto il nome di Linant-Bey, allora ingegnere in capo di Mehemet-Alì, vicerè d'Egitto. Convinto da gran tempo della possibilità di congiungere i due mari, egli aveva ideato un canale diretto da Pelusio a Suez e formata una Società per la realizzazione del suo piano; ma, per l'opposizione del principe, la cosa andò in fumo.

Porto Said: Il Faro.

Poco appresso, Davide Urquhart, membro del parlamento britannico, pubblicò una Memoria allo scopo di promuovere la costruzione del canale per opera d'una Compagnia inglese ch'egli tentò di fondare; e l'Austria, ridesta pur essa dall'arrabattarsi degli altri, eccitò il Vicerè ad abbracciare la grande impresa. Ma quel monarca, per quanto intelligente, se ne scansò ostinatamente, temendone non sappiamo quali dannose conseguenze politiche per il suo paese.

Intanto, alcuni ingegneri addetti ai lavori della gran chiusa del Nilo, al Cairo, facevano nuovi studî per il canale, con Linant-Bey; e pubblicavano per esso due progetti i signori Barrault e Talabot, il secondo dei quali fu poi fra i più valenti costruttori della ferrovia di Lione. Senonchè quei progetti avevano varie pecche. Avendo preso i loro autori lo stesso errore del Lepère, proponevano un certo numero di *chiaviche;* e avendo scelto il tracciato da Alessandria a Suez, il canale sarebbe stato lungo da 350 a 400 chilometri, e avrebbe sconvolto tutto

Rilievo del terreno per la costruzione del Canale.

il regime idraulico del Nilo, facendo di Alessandria un porto militare e commerciale al tempo stesso.

Si appressava in quella il giorno della più felice soluzione dell'interessante problema. In settembre del 1854 succedette a Mehemed-Alì, sul trono d'Egitto il suo figliuolo Mohammed-Said, e una delle prime cure del novello principe fu quella di chiamare presso di sè Ferdinando de Lesseps, suo amico d'infanzia e compagno di studî, a Parigi. Questo insigne uomo, che, nella sua carriera diplomatica, aveva soggiornato qualche tempo in Egitto e presa colà passione, fino dal 1831, alla questione d'un passaggio per le navi dal Mediterraneo al Mar Rosso, conosceva a fondo tutti i fatti e gli studî da Necos in poi, e, dopo mature considerazioni, aveva concepito un progetto in tutto diverso dagli altri, il progetto d'un canale diretto dall'uno all'altro mare, senza ricorrere affatto alle acque del Nilo e senza bisogno di chiaviche. Egli riuscì siffattamente a far accettare le sue idee al Viceré che, il 30 novembre 1854, ne ebbe un firmano di concessione per la costruzione e l'esercizio del canale coll'incarico di formare all'uopo una società di capitalisti che fornissero i milioni occorrenti. Fu così che un bel giorno il Viceré, in presenza del Lesseps, diede ai rappresentanti delle potenze straniere l'annunzio del fatto.

L'inaspettata notizia sollevò gran rumore nel mondo intero. Ma il Governo inglese, benchè la decretata opera dovesse recar profitto più all'Inghilterra che ad ogni altro Stato, l'avversò accanitamente e con ogni mezzo. Non l'avversarono però tutti gl'Inglesi, e varî fra essi confortarono e aiutarono il concessionario con gl'incoraggiamenti e coll'oro. Ed egli vinse la lotta, trovò sottoscrittori e capitali, e pose mano ai rilievi e alle livellazioni.

Il 24 aprile del 1859, lunedì *in albis*, sul lido sabbioso presso lo sbocco d'un antico alveo, dal quale un ramo del Nilo metteva foce per il passato nel Mediterraneo, si riuniva un piccolo drappello di Europei, circondati da un centinaio d'indigeni: tutti tenevano in mano una zappa, mentre un'ampia ban-

diera egiziana ondeggiava sul loro capo. Uno degli Europei — erta la bella figura nel sole — disse ai compagni con voce commossa:

— « In nome della *Compagnia universale del Canale marittimo di Suez* e in « virtù delle decisioni del suo Consiglio d'amministrazione, noi diamo il primo « colpo di zappa a questo suo-« lo che aprirà la via dell'O-« riente al commercio ed alla « civiltà dell'Occidente! » Ciò detto, piantò il suo strumento nel terreno, e dietro a lui tutti gli altri fecero altrettanto.

Gruppo d'indigeni portatori di terra.

Fu così, semplicemente, senza pompa e senza fanfare, che Ferdinando de Lesseps, attorniato da quattro amministratori della Compagnia, da qualche ingegnere e dal medico in capo, inaugurò i lavori della gigantesca impresa. E alla semplicità della cerimonia rispondeva la suggestiva nudità del paesaggio.

Dove qualche anno più tardi sarebbero passate le navi di tutte le nazioni non esisteva che una lingua di sabbia, appena larga da 100 a 150 metri e poco più elevata del mare, che ne lambiva il bordo coll'onda cerulea, mentre bagnavano l'opposto lembo le fangose acque del lago Menzaleh. Spiccava solo una parte alquanto elevata, sulla quale alcuni pescatori arabi avevano rizzato le loro capanne di canna, per difenderle dal mare; ma il mare, quand'era pur leggermente agitato, invadeva il rimanente del suolo. In quel giorno da presso alle capanne si scorgeva un umile accampamento composto di poche tende sotto alle quali si riparavano gl'ingegneri ed altri impiegati della Compagnia. Solo qualche pezzo di legname, tratto penosamente colà, dava indizio che vi si volesse costruire un cantiere . . .

Gli ostacoli nella desolata regione che doveva attraversare il canale erano innumerevoli. Sul luogo dell'antica Pelusio, soltanto informi rovine della città che aveva contenuto centomila abitanti. Dall'opposto lato, su d'un paludoso isolotto del lago Manzaleh, dei cumuli di rottami erano i soli avanzi di Tanis, città un giorno pur essa importante. Un po' più in là, fra le lagune, si mostrava Gemileh, misero villaggio di pescatori; e poi bassi terreni, senza un albero, senza un cespuglio, senza un filo d'erba.

Sempre difficile, e a volte pericoloso, su quella spiaggia lo scaricamento delle barche, poichè, per il leggiero declivio del fondo del mare, dovevano ar-

restarsi ben lontano dal margine. Quasi esclusivo nutrimento degli operai del Canale la conserva d'uovo di pesce ed i pesci del lago Menzaleh e gli uccelli colti dai cacciatori sulle sue sponde. Tutto all'intorno non una goccia d'acqua potabile, che bisognava provvedere a Damietta.

Nè s'incontravano condizioni migliori lungo tutta la linea che doveva seguire il canale. Un vero deserto. Tranne El-Kantara, all'estremo meridionale del lago Menzaleh, stazione per il passaggio delle carovane siriache, e pochi altri meschini caseggiati, non esistevano luoghi abitati. Dalla baja di Pelusio al golfo di Suez non altro che sabbia e ghiaia, e in pochi tratti la

La fonte di Mosè.

rachitica vegetazione particolare dei deserti che non dà ombra o refrigerio e che serve unicamente al pasto dei cammelli.

A breve distanza dal lago Menzaleh, il lago Ballah; nella parte centrale dell' istmo le paludi formate dagli straripamenti del Nilo, e l'altura di El-Guirch — ultima diramazione delle montagne nane, sparse verso l'est — che segna i versanti dei due mari; al di là, in un'ampia conca per tre quarti in asciutto, il lago Timsah, e appresso, divisa da quello da un' elevazione del terreno, la profonda insenatura dei laghi Amari; da ultimo le lagune di Suez.

Secondo il tracciato definitivamente stabilito, dopo qualche piccola modificazione al progetto approvato dalla Commissione internazionale, il canale cominciando là ove poi sorse e fiorì la città di Porto-Said — così chiamata in onore del vicerè che aveva decretato il lavoro, — e passando, con lievi serpeggiamenti verso levante e ponente, per i vari laghi, metteva capo nella rada di Suez, presso a quella città, con un totale sviluppo di circa 180 chilometri.

Ma i disegni di Ferdinando de Lesseps non si limitavano alla costruzione del canale marittimo; egli aspirava altresì a fecondare e rianimare quelle plaghe sterili e inabitate, e a ridar loro la passata prosperità. Per vivificare un deserto, la principale necessità è l'acqua dolce. Darà un'idea del beneficio che l'acqua potabile avrebbe apportato all'istmo di Suez il ricordare le sue condizioni al tempo che ebbero principio i lavori del canale di navigazione.

Suez, poi che fu colmato il canale derivato dal Nilo, spopolandosi ognor più perchè vi si moriva di sete, era diventata presso che un villaggio di pescatori. Vi si accoglieva nelle cisterne la pioggia, ma in quella regione piove di rado, e la provvista era presto esaurita, sicchè bisognava fare una dozzina di chilometri per attinger l'acqua dalle *fontane di Mosè*, ch'era appena buona per i cammelli, o spingersi a doppia distanza per avere quella poco migliore dei serbatoi delle piovane, quando ce n'era. Il tronco ferroviario da Cairo a Suez aveva migliorato alquanto le condizioni di Suez, dacchè ogni treno portava delle casse di ferro piene d'acqua; ma quell'acqua calda e poco salubre costava cara, e i poveri abitanti continuavano a patire la sete.

Sulla riva del Mediterraneo si correva presso che la medesima sorte. Durante i primi lavori del canale mal sopperiva al bisogno del cantiere l'acqua di qualche pozzo molto lontano, o quella del Nilo portata dalle barche attraverso al lago Menzaleh e dai cammelli, o quella distillata del mare e del lago. Era necessario un rimedio, era necessario fornire perennemente e in abbondanza l'acqua potabile ai numerosi lavoratori che avevano a passare più anni su quei terreni bruciati dal sole, onde non si ripetessero i lutti che avevano accompagnato i lavori della ferrovia dal Cairo a Suez, durante i quali, giusto per mancanza d'acqua, parecchie migliaia di uomini ci avevano lasciato la pelle. E così venne deciso di costruire un canale d'acqua dolce, che corresse dal Cairo al lago Timsah, passando per i vasti territorî posseduti per concessione o per acquisto dalla Compagnia; e di utilizzare per esso l'antico *canale di Mosè* che portava l'acqua del Nilo da Zagazig fino a Ras-el-Uady, estesa proprietà ridonata alla coltura per opera di Mehemet-Alì. Presso al lago Timsah si sarebbero poi spiccati da quel canale due rami, per condurre l'acqua a Suez ed al cantiere settentrionale. Visto poi che però la sola presa di Zagazig avrebbe mal risposto a tanti bisogni, si stabilì di effettuare un'altra derivazione dal Nilo presso a Boulak, e di guidarne l'acqua con un canale di 75 chilometri in quello esistente.

Si cominciarono gli scavi nell'estate del 1860, e nel gennaio successivo sgorgava già l'acqua dolce in un serbatoio sulla sponda settentrionale del lago Timsah e appiè del colle El-Guirch. Da lì era sollevata, mediante macchine, fino al sommo del colle, dove un esercito di operai sudava a sventrare quella gran massa di sabbia. Per condurre l'acqua al cantiere settentrionale, distante 80 chilometri, s'impiegarono circa 30 mila tubi di ferro fuso, di 15 centimetri di diametro interno. E anche lì immense le difficoltà per il trasporto di quel greve materiale e la posa in quel suolo instabile o composto di fango quasi liquido. Attraverso al lago Menzaleh si dovettero posare i tubi su di una serie di cavalletti saldamente piantati nel fondo. Le macchine per alimentare la lunga conduttura erano situate in prossimità del lago Timsah, e di quattro in quattro

chilometri c'era un serbatoio scoperto a livello costante, a disposizione del passeggieri. Numerosi cantonieri vegliavano al mantenimento in buono stato della conduttura e avvertivano telegraficamente la direzione dei lavori se avveniva qualche accidente.

Si pensò diversamente per il ramo destinato a portar l'acqua a Suez. A cagione dello sviluppo sempre crescente della città, tardava al Vicerè e agli abitanti di vederlo compiuto, e non tardava meno alla Compagnia, a fine di poter poi dare un vivo impulso al taglio del canale navigabile, nel tratto fra Suez e i laghi Amari, senz'essere costretta a ricorrere con ingente spesa alla ferrovia per aver l'acqua potabile e aprire una via d'accesso alle barche per il trasporto di materiali, macchine e provviste fino al centro dell'istmo.

La Compagnia occupò in quella bisogna la maggior parte degli operai; basti dire che negli ultimi tre mesi si raggiunse il numero di quindicimila, e vi si lavorava pure di notte, al chiaro di luna. Nè, per fortuna, quel lavoro riusciva di soverchio pesante agli operai, poichè, di mano in mano ch'era ultimato un certo tratto del canale, vi s'immetteva l'acqua e così essi l'avevano

Trasporto col mezzo dei cammelli degli argani di una draga per i lavori del Canale di Suez.

Sponda del Canale al 10.º chilometro.

sempre a breve distanza. In meno che un anno venne scavato un canale di 90 chilometri, e furono asportati cinque milioni di metri cubi di sabbia. Tanta celerità permise di fare l'inaugurazione ben prima del termine prestabilito. Infatti, il 29 dicembre 1863 in presenza d'una folla di spettatori, fu tagliata la tura che tratteneva le acque e queste si precipitarono nell'ultimo tronco. E operai e spettatori, pazzi di gioia, si tuffarono nella fresca corrente, empiendo l'aria di lietissime grida.

Ma il canale era tuttavia poco profondo, sicchè potevano navigare per esso soltanto le barchette che pescavan poco, e quando la Compagnia volle cominciare lo scavo della parte meridionale del canale marittimo e servirsi di quello d'acqua dolce per il trasporto sul cantiere del grosso materiale occorrente, dovette farlo approfondire. Siccome, per la sensibile differenza di livello fra la sua origine e lo sbocco nel mare, il canale era stato costruito con tre scaglioni, ai quali rispondevano delle chiuse, si prosciugarono e si affondarono successivamente i singoli tratti interposti. Bisognava levare altri 500.000 metri cubi di sabbia, ma vi s'impiegarono migliaja e migliaja di operai, incoraggiandoli con promesse di premî ai più attivi drappelli, e l'incoraggiamento valse, perchè in poche settimane il lavoro fu ultimato.

Nei primi anni, grazie a un articolo del firmano di concessione che obbligava il Viceré a fornire i lavoratori, e la Compagnia ad occupare fra i suoi dipendenti almeno per quattro quinti gl'indigeni, costoro, contenti della conveniente mercede e dell'umano trattamento, si erano di buona voglia mescolati cogli Europei e formavano il nerbo dell'impresa, attendendo ai lavori di terra o alle comunicazioni e ai trasporti. E solo temporaneamente, sobillati da segreti agenti del governo inglese, avevano in gran numero lasciato il lavoro e messa la Compagnia in grave imbarazzo. Questo si rinnovò alla morte di Mohammed-Said, l'amico di Ferdinando de Lesseps (gennaio del 1863). Succedutogli sul trono suo cugino Ismail ben-Ibraim, questi, propizio sulle prime all'opera

del canale marittimo e poi subornato dall'Inghilterra, si risolvette di mandare a Costantinopoli Nubar-Bascià in qualità di ambasciatore straordinario, affinchè inducesse il Sultano a decretare la revisione del contratto stipulato fra il Viceré defunto e la Compagnia, e reclamasse la riduzione del numero dei lavoratori indigeni da fornire alla Compagnia a seimila al massimo, la restituzione dei terreni ad essa conceduti e la diminuzione della sezione del canale di navigazione in modo che non vi potessero passare le grosse navi da guerra. Sgraziatamente, il Sultano acconsentì alle domande del Viceré; e ne seguì fra le due parti un litigio che durò diciotto mesi, finchè Lesseps ottenne che la questione fosse risoluta con un arbitrato dall'Imperatore Napoleone III.

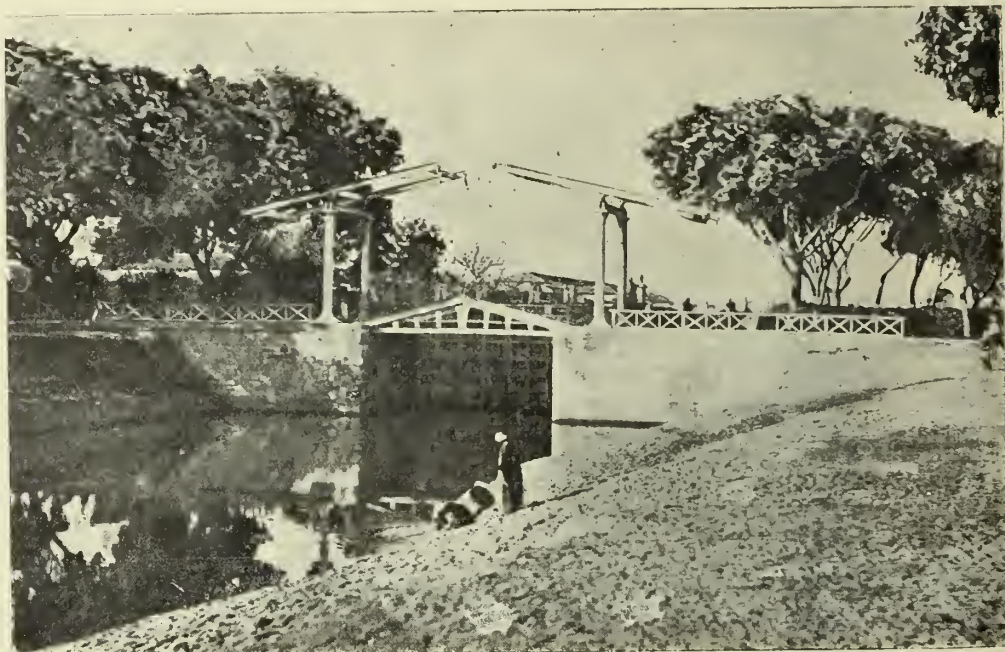
E l'arbitrato, pronunziato in luglio del 1864, fu favorevole alla Compagnia. Esso stabiliva: — che fosse annullato l'articolo del firmano di concessione

La vettura della Compagnia del Canale di Suez.

relativo agli operai indigeni, e il Viceré pagasse per ciò alla Compagnia 38 milioni d'indennità; — che il canale d'acqua dolce passasse in possessione del Viceré, contro lo sborso di 16 milioni in favore della Compagnia, la quale goderebbe il diritto d'usar di quella via navigabile fino al compimento del canale marittimo; — che il Viceré ripigliasse sessantamila ettari dei terreni ceduti alla Compagnia, compensandonela con 30 milioni, e lasciandole la proprietà dei circa ventimila ettari rimanenti.

I seguenti cenni sull'andamento dell'impresa, dall'inizio fino all'arbitrato di Napoleone III, daranno un'idea dell'importanza di questa vittoria della Compagnia e dell'efficacia del concorso degl'indigeni.

Prima cura della Direzione fu quella d'assicurare l'arrivo dei materiali occorrenti e di provvedere alla sussistenza dei numerosi operai che avrebbero preso parte ai lavori. Nulla offriva quella solitaria landa, e bisognava procacciarsi l'acqua, il vitto, la casa, gli attrezzi, i materiali, ogni cosa. La fine del 1859, l'intero anno susseguente e i primi mesi del 1861 furono spesi per l'impianto. Sulla sponda, dove stava per sorgere Porto-Said, si costrusse un faro in legname, e si spinse nel mare uno sbarcatoio, per iscaricare i materiali delle

navi senza ricorrere alle piatte. Al tempo stesso l'appaltatore generale Hardon faceva scavare dei pozzi per i futuri accampamenti di operai nella parte centrale dell'istmo, e si montavano presso al faro alcune macchine distillatrici. Si ultimavano intanto sul terreno gli studî di livellazione e si tracciava coi picchetti la linea

Chiaviche ad Ismailia.

del canale marittimo. Scoperte più tardi delle cave di pietra nelle alture a ponente nei laghi Amari, se ne prese subito possesso per giovarsene, nonostante difficoltà del trasporto, nella costruzione dei bacini e delle gettate di Suez.

I lavori del canale marittimo non furono incominciati che verso la metà del 1860. E siccome i maggiori ostacoli di tutta la linea erano presentati dal lago Menzaleh e dal rialto di El-Guirch, luogo centrale e culminante dell'istmo, si volle iniziar l'opera in quei tratti, riunendo ivi fino al 1862 quasi tutti gli sforzi e limitandosi nel frattempo a lavori preparatorî per le altre parti.

Così la spiaggia di Pelusio, di giorno in giorno mutò aspetto. Alla ristretta e bassa forma primitiva di sabbia era succeduto un terrapieno che si elevava di due metri e mezzo sopra l'alta marea, sicchè non era più a temere di veder improvvisamente irrompere il mare nelle baracche, com'era occorso ai primi occupanti. Delle palafitte consolidavano il terreno su cui sorgeva la nuova città, e lo ampliava di continuo il materiale proveniente dagli scavi. Vi si erigevano di mano in mano nuove officine, per i bisogni dell'Impresa, e magazzini, e case e botteghe, facendo in breve sorridere la vita su quel piano solitario e abbandonato, secolare conquista del sole torrido e di ogni sorta di privazioni. Si erano già costrutti varî chilometri di ferrovia per il servizio dei cantieri di Porto-Said, e, divenuto insufficiente lo sbarcatoio, per il numero ognor crescente delle navi che arrivavano, si costrusse in mare, a 500 metri dalla sponda, un isolotto di rocce e lo si mise in comunicazione

collo sbarcatoio mediante una diga, formando così il primo tratto di quella che doveva poi prolungarsi fino a due chilometri e mezzo dalla riva. In pari tempo si scavava il porto e si approntavano le draghe per ingrandire le fosse di già abbozzate sul tracciato del gran canale.

Porto-Said contava ormai duemila abitanti.

Fino ad El-Kantara il canale marittimo doveva attraversare il lago Menzaleh in un tratto nella massima parte costantemente sommerso, e perciò lo scavo era ivi enormemente difficile, non potendovi agire le draghe, essendo il fondo coperto da soli venti a quaranta centimetri d'acqua. Vinsero l'ostacolo, presso che insormontabile senza di loro, i Fellah.

Ripartiti in gruppi, lungo il tracciato, essi riuscirono a tor via più di quattrocentomila metri cubi di fango e di melma, senz'altro arnese che il loro *fass*, specie di zappa usata da remotissimo tempo in Egitto, o servendosi unicamente delle mani. Erano quasi tutti abitanti dei dintorni di quel mare di fanghiglia, e avvezzi a pescare e a spingere o trarre le loro barchette, in quei bassi fondi. Per aprire il solco del canale, adoprarono un mezzo che nessun ingegnere avrebbe immaginato di suggerire, e che, per quanto semplice e primitivo, fu più efficace che non lo sarebbe stato qualunque spediente scientifico. Si tuffavano essi fino alla cintola, prendevano il fango a piene mani, lo pressavano sul petto per farne scolare l'acqua e solidificarlo, e l'ammonticchiavano da un lato per la costruzione dell'argine. Per riunire a volta a volta

Capanna degli operai indigeni impiegati nei lavori del Canale di Suez.

più materia e accelerare il lavoro, pensarono quindi di posare più manciate di fango asciutto sul dosso di un certo numero dei loro compagni che, inclinato il torso in avanti e incrociate le braccia sotto la schiena, formavano in una specie di gerla. E quando il carico era compiuto, il portatore, sempre curvato, se ne andava presso all'argine, dove, rizzandosi e sciogliendo le braccia, si liberava della soma.

Qual bizzarro quadro presentavano quei poveracci, tutti in costume ada mitico e con la pelle screziata da rigagnoletti d'acqua verdastra e melmosa
Era stato impossibile di far loro accettare qual si fosse altra maniera d lavoro. Cavalletti, assi, carriuole, pale, zappe, draghe a mano — i Fellah avevanc

Carovana che attraversa il Canale, a El-Kantara.

respinto, dopo breve prova, ogni strumento europeo, che dava loro più impaccio che aiuto. All'impaccio della carriuola avevano rimediato così: come era caricata, due fellah ne afferravano le stanghe, un terzo la ruota, e la portavano di peso al punto di scarico.

Si dovette lasciarli fare a modo loro, e quella brava gente, pur coi soli mezzi da essa preferiti, potè aprire su d'una lunghezza di quarantacinque chilometri una fossa nel lago larga da quattro a cinque metri, e sufficientemente profonda per dare accesso alle draghe destinate ad ampliarla.

Allo scopo di rendere gli argini tanto solidi che resistessero più tardi alle ondate prodotte dal cammino dei grossi bastimenti, si diede ad essi una dolce pendenza, ma contribuirono potentemente alla loro solidità i cocenti raggi del sole che facevano in poco tempo disseccare e indurire quel fango. E infatti parecchi magazzini ed altri edifizi che vi si costruirono in seguito da sopra non vi cagionarono depressione alcuna.

In vari punti però di quel tratto, e specialmente nella parte centrale, le terre erano sì poco consistenti che, appena deposte sull'argine, si rammollivano e si spandevano giù, con grande mortificazione del cantiere. Bisognò formare per due chilometri, con molto disagio e molta spesa, una paratia di pali e tavolini, per contenere quella poltiglia e darle tempo d'asciugarsi e d'assodarsi.
A difesa del canale contro le periodiche inondazioni del Nilo, si diede all'argine occidentale un'altezza minima di due metri al di sopra della maggior altezza raggiunta da quelle.

Parallelamente al primo canale, se ne scavò poi un altro, innalzando l'ar-

gine lungo il suo lato orientale a tale distanza dall'argine opposto da ottenere fra essi la larghezza stabilita per il canale definitivo, e lasciando fra i due canali provvisorî una zona intatta, da tagliarsi in appresso, nella quale si eseguirono di distanza in distanza dei tagli trasversali, per mettere in comunicazione le due vie navigabili. Erano queste, per il momento, profonde solo due metri, quant'era sufficiente cioè al passaggio delle barche che avevano a provvedere di strumenti, di vettovaglie e d'altro i cantieri disseminati lungo la linea, fino ad El-Guirch.

Attraversate le dune di El-Ferdane che si elevano a circa quattro metri sul livello del mare, susseguiva il rialto di El-Guirch che opponeva ben maggiore difficoltà, innalzandosi su quel livello fino a diciannove metri. Dal 1861 si avevano quivi concentrati diecimila fellah, e si era dovuto creare di primo tratto villaggi, ambulanze e magazzini di viveri e attrezzi; poco tempo dopo gli operai raggiunsero il numero di quindicimila, in seguito quello di ventimila e infine di venticinque mila. Ed era in vero tutt'altro che una lieve faccenda il dover eseguire in quell'eminenza uno squarcio da ricavarne un canale largo oltre a 80 metri e col fondo a 8 metri sotto il livello del mare — notando che per allora lo si limitava alle dimensioni dei canali precedenti, affinchè bastasse al tragitto delle piccole barche. E muniti di soli panieri e dei loro *fass*, i fellah quivi tagliarono e trasportarono oltre mezzo milione di metri cubi al mese. Sul principio del 1862 lo scavo fatto per il canale d'acqua

La stazione al 30.º chilometro del Canale.

dolce ammontava a più che un milione di metri cubi, e a quattro milioni e un terzo quello per il provvisorio canale di navigazione, che misurava già 75 chilometri di lunghezza.

In novembre del 1862, dopo aver lavorato di giorno e di notte, illuminando nella notte il cantiere con fiaccole formate di rami largamente cosparsi

di grasso, il rialto di El-Guirch era squarciato, e solo una stretta lingua di terra, a bella posta lasciata, tratteneva l'acqua marina.

Il Lesseps volle festeggiare l'entrata dell'acqua del mare nel lago Timsah e invitò alla cerimonia il Vicerè, che si fece rappresentare da Ismail-Bey, i funzionari europei ed altra gente; e coll'invito o senza, accorsero varie migliaia di persone che si agglomerarono sulle rive del canale marittimo e del lago.

A un dato punto il Lesseps gridò:

— *In nome di Sua Altezza Mohammed-Sai e per la grazia di Dio, io comando che le acque del Mediterraneo sieno immesse nel lago Timsah!*

E così, mentre gli operai rompevano la parte centrale dell' ultimo diaframma e il vescovo d'Alessandria e lo sceicco Ul-Islam, ciascuno circondato del proprio clero, benedicevano il lavoro, le acque del mare, traendo seco i fianchi della barriera, irruppero nell' ampio letto fra gli applausi formidabili degli spettatori.

Bisognava ora prolungare il provvisorio canale marittimo Timsah fino a Suez, ma era d'uopo assicurare da prime la fornitura dell'acqua potabile agli operai che l'avrebbero scavato. Per questo si pose tosto mano con numerose squadre a tagliare in quel tratto il canale d'acqua dolce che, come si è detto, fu compiuto in brevissimo tempo.

La Compagnia, oltre ai trentamila lavoratori ripartiti nei varî cantieri, e da ultimo destinati in gran parte allo scavo del canale d'acqua dolce dal lago Zimsah a Suez, aveva occupato nel suo esteso dominio di Uday più di 1200 beduini, invogliandoli, mediante vantaggiose concessioni temporanee di terreni, a dissodare e coltivar quel paese, e tutto procedeva felicemente quando avvenne l'accennata morte del Vicerè, ed il suo successore mise in campo le note pretese, che, come si vide, furono approvate dal sultano. In attesa che fosse risoluta la lite, che ne fu la conseguenza, la Compagnia prese il partito di sminuire notevolmente i lavori, e l'appaltatore generale Hardon, appoggiandosi al suo contratto e intascata una ingente indennità, si licenziò e fece fagotto.

L'arbitrato di Napoleone III., disponendo l' abolizione del concorso dei fellah, costringeva la Compagnia a mutare il sistema fin allora seguito, ed essa deliberò di dare a cottimo i rimanenti lavori, e di sostituire alle braccia le macchine. Così cominciò il secondo periodo della grande opera.

Il proseguimento dei lavori fu però affidato ad imprenditori che avevano già dato di sè buona prova in altre importanti opere pubbliche. Borel e Lavaley assunsero lo scavo del canale marittimo dal lago Timsah a Suez; Aïton e Couvereux il compimento di quello fatto da Porto-Said al rialto di El-Guirch e del taglio del rialto; i fratelli Dussaud la costruzione delle dighe di Porto-Said. Dei settanta milioni di metri cubi di scavo che, secondo i calcoli, erano necessarî per condurre a fine il canale marittimo restavano ancora da eseguire più che i due terzi.

In quanto alle macchine, la Compagnia non aveva fatto uso sin allora che di draghe di poca forza, sia nelle paludi intorno a Porto-Said e sia nel lago Menzaleh. Se ne provvidero poi di più potenti, ma neppur queste la contentavano, e si studiarono nuovi miglioramenti.

Alle casse che raccoglievano dalle secchie della draga la materia scavata

e, trasportate mediante una grua, la versavano quindi sull'argine, si pensò di sostituire un condotto di legname o di lamiera che, con un capo fissato verso il sommo della catena delle secchie e l'altro sulla sponda, riceveva da quelle

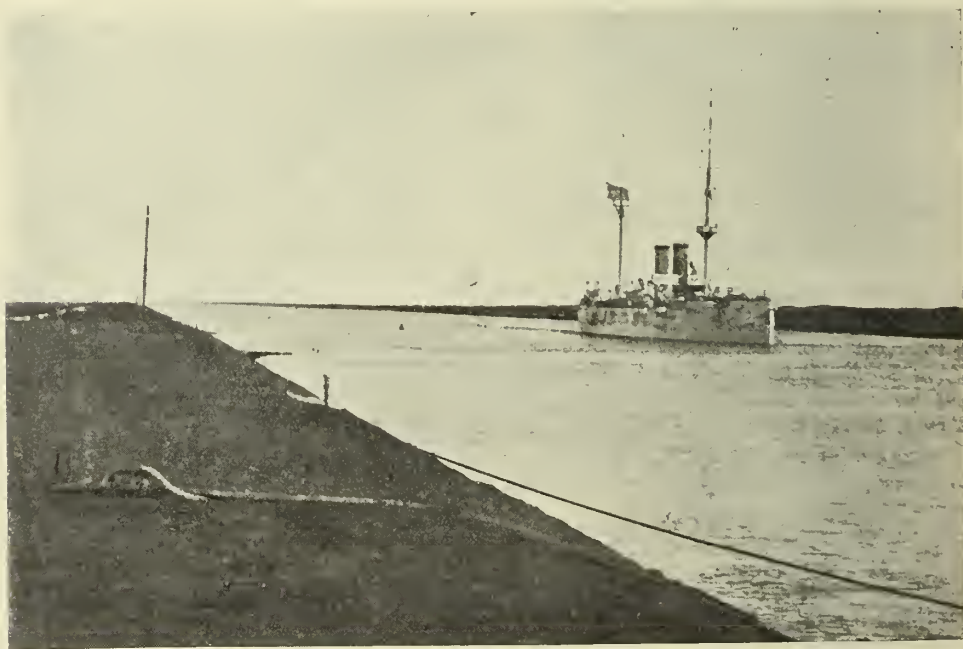
Lavoro degli indigeni per trasportare il fango.

la terra levata dal fondo e la lasciava scorrere fin sull' argine. Il risultato fu soddisfacente finchè la draga rimase a poca distanza dall'argine, ma più questa se ne scostava e più diminuiva l' inclinazione del condotto, e per conseguenza le materie scendevano con sempre crescente difficoltà o si arrestavano del tutto. Dopo varî tentativi infruttuosi, finalmente si trovò il rimedio

buono: quello di dare al telajo e alla catena la maggiore altezza possibile, provvedendo con puntelli alla stabilità del telajo. In tal modo il condotto scaricatore avrebbe potuto avere forte pendenza anche attraverso a tratti di una certa larghezza.

La draga del nuovo sistema fu detta *a lungo condotto (à long couloir).* Vi era annesso un condotto lungo settanta metri, largo 1.50 e profondo circa 60 centimetri, retto da un'armatura di ferro con varii tiranti, come il palco d'un ponte sospeso, e tutto l'apparecchio posava su d'una chiatta collegata al puntone della draga. Quando poi la pendenza di soverchio diminuita del condotto ritardava o impediva lo sgombro delle terre e delle pietre versate dalle secchie, vi riparava un abbondante getto d'acqua diretto in esso da una pompa.

La draga a lungo condotto fu la più efficace cooperatrice del taglio dell'istmo di Suez, e salvò la Compagnia dall' imbarazzante condizione in cui l'aveva posta il divieto del concorso dei fellah, arrecandole inoltre il vantaggio d'una spesa molto minore che quella dello scavo a mano. Ognuna di quelle poderose macchine strappava e sollevava quasi duemila metri cubi di terra in dieci ore, perfino tremila quando più era favorevole la natura del fondo; e non richiedeva per le manovre che quattordici uomini.

Un altro valido aiuto prestarono gli *elevatori*, che servivano a scaricare sul-

Nave da guerra americana al 24.° chilometro del Canale,

l'argine le materie scavate, quando quello era pervenuto a tale altezza da rendere tarda o impossibile l'opera dei lunghi condotti. L'elevatore consisteva in un piano inclinato formato da due travi di ferro lunghe 45 metri, fra loro collegate da una graticciata pure di ferro, sostenuta da un carro a otto ruote che posava su d'una ferrovia prossima e parallela al canale. Il piano inclinato era disposto in maniera che l'estremità inferiore, sporgente sul canale stava

Gli uffici della Compagnia del Canale a Porto-Teufick.

a 3 metri e l'altra estremità a 14 metri sopra il livello dell'acqua. Le secchie della draga versavano la terra scavata in una cassa posta in un battello piatto, e questo, quando la cassa era riempita, la portava sotto l'elevatore, dov'era afferrata da quattro catene e, mediante un verricello, veniva tirata su e spinta sul punto conveniente, per rovesciare il suo contenuto sull' argine. A ogni draga erano applicati due elevatori.

Le accennate macchine, animate dal vapore, facilitarono considerabilmente il lavoro, specialmente nei laghi. Nei tratti poi nei quali sul principio dello scavo non c'era acqua che permettesse di usarle, si adoperò il cavatore detto *draga a secco*, altro potente strumento che fu messo in opera la prima volta nei lavori per le grandi trincee. Era montato su d'un carro speciale, posto su d'una ferrovia parallela al tracciato del canale, e conteneva una caldaja a vapore e due macchine motrici, l' una di esse per la catena a secchie e l'altra per il carro. Scorrendo la catena sul pendio della sponda, le secchie del braccio inferiore levavano via uno strato di quella, risalivano piene verso la sommità del telajo e rovesciavano il proprio carico in un condotto inclinato che lo riversava a sua volta sulla scarpa dell'argine, o dentro a piccoli carri che, riuniti poi in un certo numero e tratti da una locomotiva su d'una seconda ferrovia di fianco all'altra e su tronchi a lieve declivio diramatisi di distanza in distanza, lo scaricavano altrove. In ogni giornata di dieci ore di lavoro e su d'un suolo di limitata resistenza, ciascuna draga a secco eseguiva uno scavo di circa 750 metri cubi.

Corazzata inglese nelle acque del Canale di Suez.

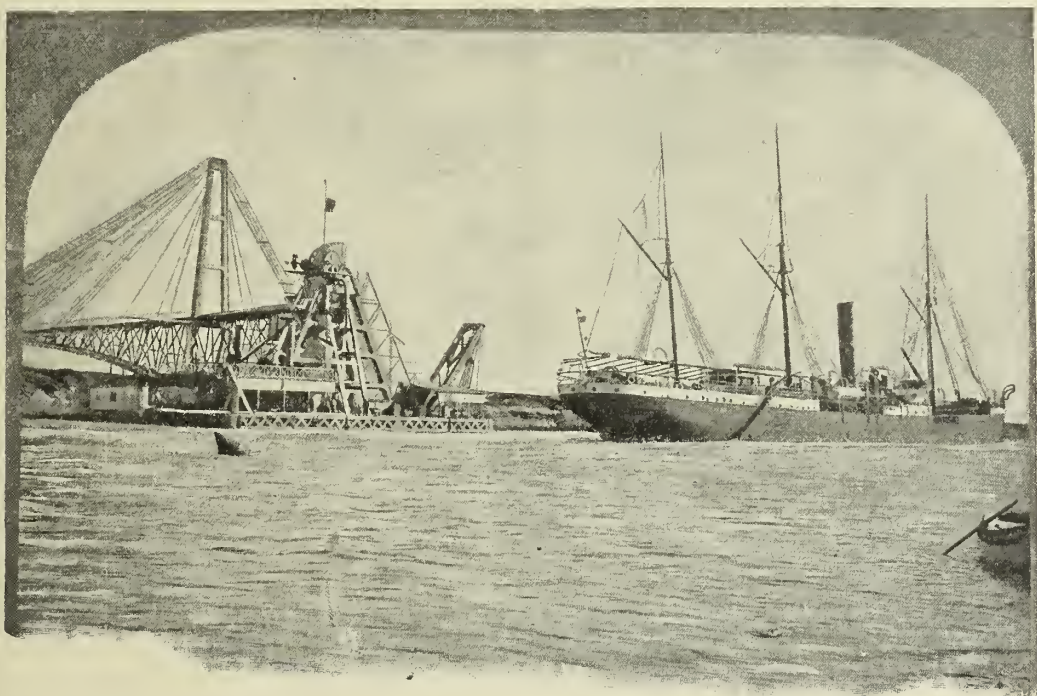
Di tante innovazioni effettuate nel secondo periodo dei lavori fanno parte alcune piatte e battelli da trasporto di nuova foggia. Le prime vennero sostituite alle piatte ordinarie ch'erano soggette all'inconveniente di riempirsi in breve tempo del fango e più specialmente dell'acqua traboccanti dalle casse in cui le secchie delle draghe versavano le materie scavate. Le nuove piatte erano composte di due lunghi parallelepipedi vuoti di latta, distanti tre metri uno dall'altro e collegati da otto traverse, nelle quali, per apposite aperture, s'incastravano varie casse della capacità di circa 3 metri cubi. Quando poi le casse erano riempite e ormai sporgevano di poco dall'acqua, le piatte vanivano spinte sotto l'elevatore, per lo scarico.

I nuovi battelli di trasporto erano particolarmente destinati a gettare in alto mare le terre scavate che non erano impiegate alla formazione degli argini. Ciascuno era fornito d'una macchina a vapore e d'una cassa scoperta che conteneva circa 180 metri cubi di terra, e il fondo della cassa, facente parte di quello del battello, quando questo era giunto al punto voluto, si apriva meccanicamente mediante dodici botole accoppiate a due a due, e la cassa si votava all'istante.

Secondo i calcoli più moderati, per ottenere col lavoro a mano nello stesso tempo lo stesso effetto utile prodotto dalle macchine, sarebbe stato necessario impiegare di continuo almeno centocinquantamila uomini, mentre, con la forza meccanica, fu più che sufficiente la decima parte.

Quando furono provvedute le nuove macchine, si aveva a ultimare la parte del canale marittimo da Porto-Said a Ismailia, città sorgente allora sulla sponda del lago Timsah e destinata a diventare il capoluogo dell'istmo, ch'era stato recentemente assunto a provincia; e si doveva eseguire la parte da Ismailia a Suez, non ancora iniziata. Si decise di por subito mano agli scavi di questo tratto e, per non trovarsi da ultimo in ritardo nei luoghi più scabrosi, si cominciò il lavoro sulle prominenze del Serapeum e di Caluf. In pari tempo una numerosa squadra di minatori piemontesi attaccò un grosso banco di pietre che sbarrava la via di Caluf, e lo sgombrò in pochi mesi.

Così l'istmo già sparso di fiorenti città e rivestito di rigogliose col-

ture, poi nudo e deserto per molti secoli, andava rapidamente riacquistando l'antico splendore. Le colmate fatte sul lago Menzaleh accosto alla lingua di sabbia, sulla quale il Lesseps aveva dato il primo colpo di zappa, si coprivano di fabbricati, sia per opera della Compagnia che dai privati, e a Porto-Said aumentava di continuo il numero degli abitanti, per due terzi europei, e nel porto, benchè fosse ancora di modeste proporzioni, si movevano parecchi bastimenti. E Ismailia, che nel 1863 non aveva che due case e qualche baracca, alla fine del 1865 contava ormai, oltre al villaggio arabo, più di ottanta edifizi, taluno dei quali non avrebbe sfigurato in alcuna grande città. Nel tempo stesso si rabbelliva Suez e si ampliava, mentre la Compagnia organizzava un

Incrociamento di un vapore italiano con una draga a lungo condotto.

regolare servizio postale per viaggiatori e merci, e un servizio telegrafico per 250 chilometri, mettendo in comunicazione Porto-Said, Ismailia, Suez e Zagazig. Era un progresso che faceva ricordare quello delle città americane lungo le grandi linee ferroviarie.

Era stabilito che il lago Timsah, — diventato quasi una palude — fosse trasformato, mediante l'immisione delle acque del Mediterraneo, in una vasta rada interna che potesse accogliere un numeroso naviglio. Per allora, nella parte del lago non riservata alla futura navigazione, si sarebbero scaricate le materie risultanti dall'allargamente e affondamento del canale marittimo nel tratto verso Porto-Said, e dal taglio della trincea nel versante settentrionale della prominenza del Serapeum. Le terre scavate sull'altro versante si sarebbero gettate nei laghi Amari.

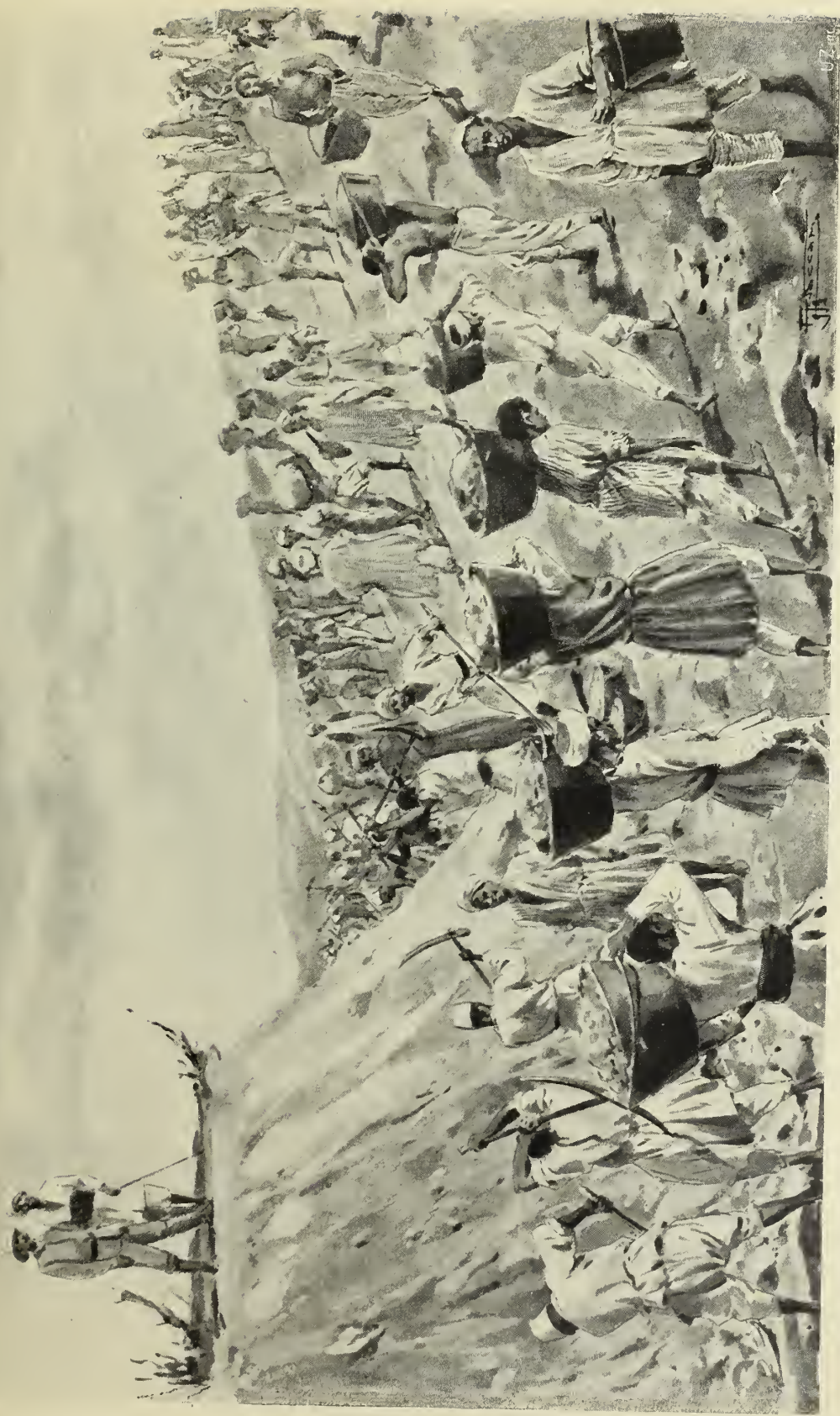
Passando alla distanza di circa due soli chilometri dal Serapeum il canale che portava l'acqua del Nilo a Suez, si fece deviare da esso un braccio per

condurre le draghe a quel cantiere, e si videro poi agire due gruppi di quelle imponenti macchine, separate da breve zona di terreno ancora intatto, l'uno sull'acque provenienti dal Mediterraneo e l'altro su quello del Nilo.

La disegnata riempitura del bacino del lago Timsah non era cosa di piccolo momento. Si era calcolato che, per ottenere un'altezza d'acqua sufficiente al galleggiamento delle più grosse navi, bisognava versarne in quel bacino più di cento milioni di metri cubi, ritenendo che almeno un quinto del volume sarebbe scomparso per l' assorbimento dei terreni in giro, disseccati e resi permeabilissimi dall'azione continuata di un sole cocente, e per l'evaporazione, durante l'empimento, il quale, onde non recar danno alla sezione del canale marittimo con una corrente troppo impetuosa, si doveva effettuare con certa lentezza. Stimandosi quindi di non poter introdurre nel bacino che circa seicentomila metri cubi d'acqua al giorno, si costrusse una chiusa munita d'imposte scorrevoli in apposite scanalature, e si regolò così la caduta. In tal modo, alla fine di aprile del 1867, durata l'operazione quattro mesi e mezzo, l'acqua del Mediterraneo raggiunse nella conca di Timsah il fissato livello.

Per due anni, dalla sostituzione del lavoro meccanico a quello manuale nel tratto da Porto-Said al lago Timsah, agirono 15 potenti cavatori, venti locomotive e molte centinaia di carri, per i lavori a secco; oltre a sessanta draghe, con un proporzionato numero di elevatori, di piatte e di battelli da trasporto, per i vapori in acqua. Vi si erano scavati e asportati ventidue milioni di metri cubi di fango e di terra. Col medesimo vigore eran proceduti i lavori a secco nei cantieri al di là del lago Timsah, al Serapeum, a Caluf e presso a Suez. Ottomila operai, col solo aiuto degli elevatori, avevano fatto uno squarcio di tre milioni di metri cubi.

Ed altre importanti opere si erano eseguite in quei due anni. Divenuto insufficiente il condotto tubolare che forniva l'acqua dolce a Porto-Said, se ne fece un altro di doppia portata, e la nuova città fruì di due milioni di litri d'acqua potabile ogni ventiquattr'ore. Intanto, per lo sviluppo poco crescente di Porto-Said e per il concorso di navi d'ogni nazione, la Compagnia si affrettò ad ampliare il porto interno, a costruire gli sbarcatoi e a compire il porto esterno prolungando quanto era necessario le dighe.

La costruzione delle dighe presentava un problema di non facile soluzione poichè nel paese non si trovavano pietre che a considerevole distanza ,nè si poteva tenere il metodo usato per la diga della città appena nascente. Allora era bastata una palizzata che si spingeva in mare a breve distanza, afforzata con una gettata di pietre penosamente tratte colà dalle cave di Nex; ma le dighe definitive, una delle quali doveva protendersi a 1900 metri dalla sponda e l'altra a 2500, richiedevano ben maggiore solidità e robustezza. Mancando le pietre, si prese il partito di crearle, come si era fatto con buon successo altrove, utilizzando la sabbia, di cui per certo non eravi penuria, e ne vennero incaricati i fratelli Dussaud. Mediante forme di legname, si composero quindi, colla sabbia, il cemento di Theil e l'acqua di mare, dei grossi parallelepipedi che, rasciugandosi, acquistavano la durezza delle rocce. Restava da trasportare e posare lungo il tracciato delle dighe quei massi, ciascuno dei quali pesava venti tonnellate. A ciò servirono alcune poderose grue, varie

Il Canale di Suez durante i lavori di scavo.

piattaforme a ruote, scorrenti su rotaie, e numerosi barconi adatti, e si gett
rono i massi alla rinfusa fino al pelo dell'acqua, e si disposero con ordine d
sopra, dopo aver spianato il letto all'ingrosso. Ne bisognarono venticinqu
migliaia. Le due dighe costruite a quel modo hanno circa 30 metri di lar

La stazione al 10.° chilometro.

ghezza alla base e quattro in sommità, e ciascuna è munita di un parapett
per l'intera lunghezza. Siccome poi il cemento di Theil, per il suo prezzo e p
la spesa del trasporto dalla Francia, costava salato, si pensò di sostituirvi qua
che altro componente meno caro e del pari efficace, e cadde la scelta sul
pozzolana di Santorino. Intanto gli scavi eseguiti per essa colà, menarono
scoprire che sotto agli strati deposti da successive eruzioni vulcaniche esist
vano gli avanzi d'una città, la quale, certamente in epoca molto anteriore al
catastrofe di Pompei e di Ercolano, era stata egualmente sepolta.

In maggio del 1867 i lavori erano a tal punto che si credette di pot
annunziare l'apertura del canale alla pubblica navigazione per l'ottobre del 186
La linea era tutta un cantiere; vi lavorarono tredicimila operai, e le macchin
animate di dieciottomila cavalli-vapore, consumavano dodicimila tonnella
di carbone ogni mese.

Eppure il pubblico, messo in sospetto da oppositori ciechi o maligni, co
correva scarsamente al prestito della somma necessaria al compimento dei l
vori, e la Compagnia non ottenne che appena il terzo del denaro richiest
Allora venne al Lesseps l'idea di attirare i renitenti con l'esca di un presti
a premi e di estrazioni periodiche. E l'autorizzazione data dalle due Came
francesi alla effettuazione di quel progetto ristorò la sorte della Compagnia
del suo fondatore, rendendo ad essi favorevoli la maggioranza del pubblic
Apertasi la soscrizione al prestito, le cartelle andarono via a ruba e in poc
ore furono del tutto smaltite.

Dopo qual lieto successo finanziario si diede ai lavori un impulso anco
maggiore, e si commisero in Europa nuove draghe e nuovi cavatori a secc
sollecitandone la costruzione, e mettendoli subito in azione.

Alla fine del 1868 le dighe di Porto-Said erano finite. Oltre all'avamporto, la città contava quattro bacini dell'unita superficie di 52 ettari e con uno sviluppo di più di quattro chilometri di sbarcatoi. E mentre Porto-Said acquistava sempre maggiore importanza, non le rimanevano addietro Ismailia e Suez. Abbandonata la prima ferrovia da Cairo a Suez, troppo esposta ai nuvoli di sabbia del deserto, legava ora le due città una nuova linea ferroviaria che correva allato del canale d'acqua dolce, scostandosene alquanto qua e là, e menava, con una diramazione, a Ismailia. A Suez poi, verso la bocca del canale marittimo, si erano eseguiti dei lavori analoghi a quelli di Porto-

Passaggio di un piroscafo presso una stazione del Canale.

Said, per terrapieni, bacini e sbarcatoî; e si riunivano in quel solo punto fino a settemila lavoranti, con una ventina di elevatori e sei grandi draghe a lungo condotto.

La Compagnia studiava in quel mentre e stabiliva le norme e i regolamenti della traversata; e l'opera tanto discussa e avversata attirava ormai sull'istmo una quantità di curiosi, d'increduli, di negozianti, di capitalisti, d'uomini di Stato, di pubblicisti, e tutti rimanevano fortemente colpiti, trovando che il fatto superava di gran lunga l'aspettazione e diventavano, presto o tardi, i più convinti e i più caldi partigiani dell'impresa.

I laghi Amari, già facenti parte del golfo Eroopolitico e ridotti poi ad una immane conca che in certi tempi si poteva attraversare a piede asciutto, erano ora solcati lungo il loro massimo asse, cioè per circa 35 chilometri,

dall'alveo del canale marittimo. Il declivio della conca dai bordi al centro aveva in qualche tratto reso inutile lo scavo, trovandosi il fondo naturale a un livello eguale o inferiore a quello che doveva avere il canale, e si stabilì di limitarsi in quei tratti a indicare mediante segnali il cammino alle navi. Dove

Un piroscafo tedesco al 30.° chilometro.

poi si era dovuto eseguire uno scavo più o meno importante rispondevano alla sua varia profondità gli argini, superiori o no al livello del mare.

Non mancava nella vasta cavità che l'operazione più seria: quella dell'empimento coll' acqua dei due mari, e il vicerè Ismail volle dare a quell'operazione un' eccezionale solennità e mostrare ad un tempo il suo gradimento con una visita a tutti i lavori dell'istmo. Arrivato al 14 marzo 1869 a Ismailia, impiegò nella sua escursione tre giorni, accolto dovunque con feste ed applausi, e l'esame della grand'opera lo colmò di stupore e di ammirazione. Accompagnato dei rappresentanti stranieri che risedevano in Egitto, si compiacque sommamente di mostrar loro quello spettacolo d'un deserto ridonato alla vita, d'una provincia cavata dal nulla.

Intanto, poi che da buona pezza si era tagliata la zona di terreno che separava il cantiere del Serapeum da quello di Toussum, e l' acque del Mediterraneo avevano invaso anche quel cavo, all'estremo meridionale di esso era tutto preparato per introdurle nei laghi Amari. Il Vicerè, su d'un piroscafo seguito da numerosa flottiglia, valicava la trincea del Serapeum e approdava. Da un ripiano bellamente decorato egli poteva scorgere l'intera chiusa tutta pavesata, sulla quale erano gli operai incaricati di aprire la via alle onde azzurre e rigeneratrici.

A un cenno del principe la prima porta è dischiusa e l'acqua erompe gorgogliando e fischiando. Si schiudono successivamente le altre porte, e la

cascata si allarga più e più, finchè diventa un furioso torrente che passa tutto schiumoso e muggente, e si precipita nella conca dei laghi. Dopo trentacinque secoli le acque del lago bagnavano di nuovo quel letto primitivo. Quel giorno toccava al Mediterraneo, pochi giorni appresso sarebbe venuta la volta del Mar Rosso...

In seguito a quel fatto le squadre di lavoratori dei vari cantieri gareggiarono a far presto. Le macchine non si arrestavano nè anche la notte. Tutti, dal capo al più umile operaio, anelavano alla vittoria, all'apertura del canale per il termine annunziato. E per ottenere la vittoria era d'uopo scavare in pochi mesi altri cinque milioni di metri cubi, mentre per tor via dalla rada di Tolone, pur colle draghe, sette milioni e quattrocento mila metri cubi di terra si erano spesi sette anni; e tre anni per lo scavo di sette milioni di metri cubi dalla foce della Tyne a Newcastle.

Il 15 agosto le acque del mar Rosso, che dovevano sgorgare nei laghi Amari dalla sponda Meridionale di essi, da quella esposta cioè allo sbocco del Mediterraneo, non erano più trattenute che da una chiusa. Come le porte di

La curva del Canale al chilometro 69.

questa avrebbero potuto dar passaggio a più di dieci milioni di metri cubi d'acqua al giorno, e se ne versavano nello stesso tempo da quattro a cinque milioni di metri cubi dalla chiusa settentrionale, si calcolava che l'empimento dei laghi Amari si sarebbe compiuto in tre mesi. In tale circostanza Suez ebbe la sua festa, come l'aveva avuta Ismailia, e in quel giorno i due mari, fra l'entusiastiche acclamazioni del pubblico, mescolarono le loro onde.

Entrata del Canale, a Porto-Said.

Il giorno successivo al memorabile avvenimento l'amministrazione della Compagnia pubblicava ufficialmente il suo *Regolamento di navigazione.*

L'Inghilterra confessò finalmente il suo errore e lord Derby, allora primo ministro, fece in pieno Parlamento la seguente dichiarazione:

« *Noi riconosciamo che, invece di opporci, avremmo fatto assai meglio ad associarci alla grande creazione operata da Ferdinando Lesseps.* »

Mentre si attendeva alacremente agli ultimi lavori, la Compagnia si occupava dell'organizzazione del prossimo esercizio e del collocamento dei materiali e degli apparecchi necessarî alla sicurezza del traffico. Era questa l'ultima parte del programma e, benchè in apparenza la meno importante, richiedeva il concorso d'uomini abili e competenti, per guarentire tutti gli interessi, e per chiarire e risolvere cento questioni diverse. Bisognava, per la conservazione del canale, limitare la velocità della traversata; indicare con segnali fissi la linea da seguire colle navi sul lago Timsah e sui laghi Amari, e piantarvi dei fari per il passaggio di notte; illuminare le coste; stabilire delle stazioni d'acqua, allargando per essa il canale, allo scopo di scansare gl'investimenti; assicurare la sorveglianza e il mantenimento della nuova via; costruire nei siti più convenienti magazzini ed altri fabbricati per l'amministrazione e gli alloggi; piantare infine un indispensabile servizio meteorologico.

Il 17 novembre 1869, giorno fissato per l'inaugurazione, tutto era in ordine. I lavori erano dunque durati circa dieci anni e mezzo — breve periodo per tanta opera. Il vicerè, volendo dare all'inaugurazione la massima solennità, aveva invitato anche i principali sovrani.

Da più giorni si susseguivano a brevi intervalli i piroscafi, e ne sbarcavano invitati e curiosi. Il 13 erano arrivati il Principe e la Principessa dei Paesi Bassi, il giorno appresso il Lesseps con tutta la sua Famiglia, il 15 l'Imperatore d'Austria scortato da una fregata, il 16 affluirono a Porto-Said più che mai numerose le navi d'ogni nazione, e quella che portava il Prin-

cipe reale di Prussia, e appariva poi da lontano un gruppo d'una ventina di bastimenti che si avanzavano rapidamente. Era il yacht dell'imperatrice Eugenia, accompagnato da una squadra francese e da navi di bandiere diverse. All'entrata del yacht, dalle sponde e dal naviglio sull'àncore, tutto pavesato e cogli equipaggi ritti sulle antenne, scoppiò un'acclamazione generale, mentre tonavano d'ogni parte i cannoni nella rada e nel porto. Quanto sarà riuscito amaro alla nobile dama, dopo la caduta, il ricordo di quella giornata!

Il mattino seguente una cerimonia religiosa, celebrata in pari tempo da un vescovo cattolico e dal grande ulema del Cairo, invocò le celesti benedizioni sulla nuova e stupenda opera umana. Quindi l'*Aigle* — il yacht dell'imperatrice — entrò nel canale, seguito da più che cento altre navi tutte con la gala di bandiere. Lungo gli argini, decorazioni di fogliame e corone ed archi trionfali facevano cornice ad una moltitudine di gente accorsa ad ammirare e ad acclamare l'imponente corteo. Sul lago Timsah un nuovo spettacolo: una folla di centomila persone d'ogni colore e d'ogni foggia, che aveva rizzato lungo le rive d'acqua dolce dei pittoreschi accampamenti di tende a lato di quelle piantate per gl'invitati europei. E quando apparve l'*Aigle*, colla sua flotta internazionale, fu un subisso di evviva in cento lingue diverse. Così la numerosa flotta si ancorò agiatamente, dove pochi mesi innanzi era un'immensa buca paludosa e in gran parte a secco. Quella sera da tutte le navi variamente e splendidamente illuminate, partirono gaiamente mille fuochi artificiali po-

Una draga per la ripulitura del Canale.

polando l'azzurra vôlta di scintille d'ogni colore. E nel palazzo che la Compagnia aveva eretto a Ismailia per il Vicerè questi diede una magnifica festa da ballo, alla quale presero parte più di 5000 invitati.

Il mattino successivo la flotta lasciava il lago Timsah, valicava la gigantesca trincea del Serapeum, percorreva il grande e piccolo bacino dei laghi

Amari, e dava fondo presso l'estremo meridionale del minor bacino, per passar ivi la notte. Il giorno dopo, verso il mezzodì, frangeva le onde del mar Rosso; e il passaggio felicemente compiuto fu solennemente notato nel giornale di bordo del yacht imperiale.

Clamorosa ed entusiastica fu pure l'accoglienza fatta dagli abitanti di Suez, cui non pareva vero di veder appagata la lunga e dubitosa aspettazione. E da Suez il Vicerè co' suoi augusti invitati partì sulla ferrovia per il Cairo, dove diede altre sontuosissime feste che facevano pensare ai fasti faraonici, e che si chiusero con una visita agli antichi monumenti egiziani.

Intanto lo sfarzo e la magnificenza del Vicerè in quell'occasione cagionarono una spesa enorme e votarono le casse, sicchè, per far fronte ai proprî impegni, egli dovette cercar ogni mezzo di far danaro. E gl'Inglesi, che si erano rosi fino allora di non aver indovinato a tempo il fruttuoso avvenire dell'impresa canale, profittarono dell' imbarazzo del Principe, per comperare in un blocco tutte le sue centosettantaseimilaseicentodue azioni; e in tal modo, senza rischio e acquistando gli stessi diritti degli azionisti fondatori, presero parte di colpo e in larghissima misura all'affare.

In pochi anni si accrebbe tanto il passaggio delle navi d'ogni paese per il canale di Suez che si dovette pensare a migliorarne le condizioni al più presto. E si studiavano infatti i modi più acconci a quello scopo quando gravi avvenimenti ritardarono la decisione. Il vicerè Ismail, già dissestato per le soverchie spese dell'inaugurazione, col pretesto di perfezionare la civiltà del suo paese, aumentava l'esercito, rinnovava il Cairo secondo il gusto europeo, assegnava ad ogni membro della sua famiglia ricchi palazzi, che popolava d'impiegati costosi ed inutili; e, prendendo in prestito sempre nuovo denaro a patti usurari, si condusse a tale che il fallimento dell'Egitto era imminente. Il governo inglese e il francese si accordarono allora per salvare gl'interessi dei loro nazionali, che formavano la maggior parte dei creditori del vicerè, e imposero l'organizzazione di un controllo anglo-francese sulle finanze egiziane e la cessione d'una parte dell'entrata dello Stato a favore dei creditori. Il Vicerè, non potendo digerire la cosa, lottò ad oltranza contro gl'impiegati inglesi e francesi finchè il Sultano, spinto dall'Inghilterra, lo depose ed elesse suo figlio Tewfik. Ma questi non seppe riparare al disordine finanziario nè impedire che il malcontento degli ufficiali borghesi e militari scoppiassse, al principio del 1882, in una rivolta della soldatesca con a capo il colonnello egiziano Arabì-Pascià.

L'Inghilterra e la Francia mandarono le loro flotte per assoggettare i ribelli. Ne seguì un massacro di cristiani in Alessandria e, invece di agire, si parlamentò. Allora la Francia, in piena crisi politica, commise il madornale errore di affidare il compito di ristabilir l'ordine colle armi alla sola Inghilterra che seppe in appresso, com'è naturale, trarre da quell'errore un ben largo profitto. Intanto bombardò Alessandria, sbaragliò le truppe di Arabì e, fatto prigioniero, lo mandò in esilio con un grosso assegno, che fruttò a lui la taccia d'essersi venduto al nemico.

Per quella spedizione l'Inghilterra, contro ai diritti e convenzioni internazionali e a malgrado delle vive proteste degli agenti della Compagnia, non

si era fatto scrupolo di profittare del canale per il trasporto dei soldati e del materiale da guerra, di vietarne il passaggio alle navi d'altre nazioni e di occupare militarmente Porto-Said e Ismailia. E solo il contegno energico di Ferdinando de Lesseps valse a far riaprire, dopo breve termine, quella via a qualunque nave, giusta l'idea fondamentale.

Ridestata l'idea di migliorare il canale, si discussero i mezzi di attuarla. Chi era propenso ad ampliare il canale esistente, chi a costruirne un altro parallelamente a quello, chi a praticare ambo i partiti a vicenda, secondo l'avessero consigliato le condizioni dei singoli tratti. Accurati studî fecero poi adottare il primo partito; ed una commissione tecnica, riunita nel 1884, sta-

Incrociamento di piroscafi nelle acque del Canale.

bili che il fondo del canale, largo allora 22 metri e posto a 8 metri sotto il livello della bassa marea, dovesse aver la larghezza di 57 metri ed essere abbassato di un metro.

I lavori di allargamento e di affondamento, iniziati nel 1887, furono condotti a fine con numerose draghe e con migliaia di lavoranti, sicchè potettero anche le più grosse navi percorrere con piena sicurezza il canale e le minori fuorchè nei tratti curvilinei, rincontrarsi e passar via, schivando così il disagio che, da prima, quando camminavano in opposto senso due navi, l'una verso l'altra, e si avvicinavano, soffriva quella più prossima ad una stazione, dovendo quivi deviare e arrestarsi finchè l'altra era passata.

Ora il canale di Suez si può percorrere anche di notte, purchè la nave porti sulla prora una lampada elettrica e un projettore, che rischiarino per buon tratto al dinanzi la via, e così il passaggio si compie in media in sedici ore,

mentre, sostando la notte, ne abbisognano il doppio e più. Il canale, del resto è pur esso illuminato da novantuna fiamme a gas, poste su ottantaquattro boe e segnali e su sette fari, e da altre fiamme a petrolio nei tratti in linea retta. Si pensò poi anche lì di sostituire al gas la luce elettrica. Il passaggio di notte fu esperimentato fino dal 1885, e reso facoltativo dal 1887.

All'ufficio centrale di Ismalia è annunziato per telegrafo, da Suez o da Porto-Said, ogni bastimento che sta per imboccare da questo o da quell'estremo il canale, e l'ufficio d'allora in poi ne segue il cammino finchè riesca

Veduta generale del porto di Porto-Said.

nel mare. Perciò l'ufficio centrale, telegraficamente avvisato da ogni stazione che il passaggio che il bastimento effettua per essa in quel punto, ne segna la posizione su d'un apposito quadro che indica l'ora corrispondente, e in tal modo ha sempre sott'occhio la posizione di tutte le navi lungo il canale, e può regolarne il cammino ulteriore, impedendo i riscontri pericolosi e dando in ogni caso la precedenza alle navi postali.

Senonchè cogli ultimi lavori di allargamento e affondamento del canale non è punto cessato il bisogno di usare le macchine. Lo scorrere della sabbia sul pendio degli argini, prodotto dall'ondeggiar delle acque agitate dal passaggio delle navi, per quanto la velocità di queste sia moderata dal regolamento, e le sabbie del deserto portate dal vento rialzerebbero e restringerebbero col tempo il canale ognor più se non vi riparassero degli scavi continui. E devono pure estrarre annualmente intorno a mezzo milione di metri cubi di sabbia e di fango dall'avamposto e dalla rada di Porto-Said, ivi deposte dalle correnti marine.

Contribuì anche l'Italia alla colossale opera del canale. Industriali e capitalisti italiani assunsero quivi forniture e lavori; altri italiani vi esercitarono il minuto commercio, specialmente dei commestibili; altri furono occupati a fabbricare i laterizj e a tagliare le rocce che sbarravano la via. L' ingegnere romano Gioja fu capo dell'importante cantiere di El-Guirch e fece parte della seconda Commissione internazionale, che stese nel 1884 il programma per l'allargamento del canale. L'illustre idraulico Paleocapa, già ministro dei Lavori Pubblici in Italia, fu della prima commissione internazionale che stabilì le norme di costruzione del canale; e il Porto-Said venne poi costruito a imitazione di quello di Malamocco che fu opera sua.

Il traffico nel Canale di Suez fu notevole fin dall'anno dell'apertura. Esso nel primo decennio andò di mano in mano crescendo, e nel secondo raggiunse proporzioni soddisfacentissime, che si mantengono tuttavia, salvo qualche lieve spostamento.

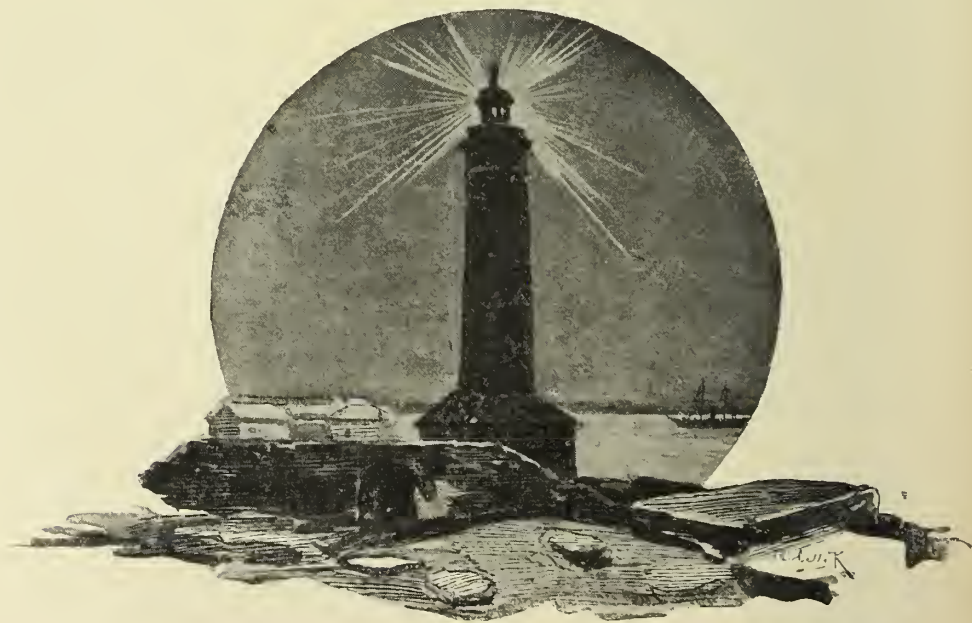
Il seguente quadro darà una chiara e particolareggiata idea del movimento e della crescente importanza del canale di Suez, mostrando il numero delle navi e passeggieri che lo hanno percorso in ciascun anno, dal 1870 a tutto il 1898, e i relativi incassi fatti dalla Compagnia. Bisogna premettere che la tassa di passaggio per ogni persona è di 10 lire e poco meno è quella per ogni tonnellata di carico netto:

Anni	Numero delle navi	Tonnellate nette	Numero dei passeggieri	Riscossioni (in Lire italiane)
1870	486	436609.370	26758	4614338.42
1871	765	761467.050	48422	8079605.13
1872	1082	1160743.542	67640	15053492.14
1873	1173	1367767.820	68030	21531026.15
1874	1264	1631670.140	73597	23403761.94
1875	1494	2009984.091	84446	27275250.61
1876	1457	2096771.613	71843	28349888.20
1877	1663	2355447.695	72822	30909148.72
1878	1593	2269678.315	99209	29337762.87
1879	1477	2263332.194	84512	27976236.77
1880	2026	3057421.881	101551	37508130.25
1881	2727	4136779.769	90524	48099122.67
1882	3198	5074808.885	131068	56731719.59
1883	3307	5776861.795	119177	61750258.57
1884	3284	5871500.925	151916	60147919.82
1885	3624	6335752.984	205951	62116769.97
1886	3100	5767755.847	171411	56485186.72
1887	3137	5903024.094	182997	57825268.28
1888	3440	6640834.446	183895	64876568.20
1889	3425	6783187.122	180594	66218451.64
1890	3389	6890094.414	161353	67040760.22
1891	4207	8698777.360	194467	83485506.24
1892	3559	7712028.610	189809	74511401.13
1893	3341	7659059.765	186495	70727911.13
1894	3352	8039175.276	165980	73776765.18
1895	3434	8448383.015	216938	78103742.56
1896	3409	8560283.278	308243	80992305.00
1897	2986	7899373.841	188502	74261661.84
1898	3503	9238603.381	219729	86459996.74

Nel primo semestre di quest'anno c'è stato un maggiore aumento d'introiti su quelli degli anni precedenti, e tutto fa supporre che le attività non si arresteranno a quelle finora godute dagli azionisti.

Secondo la serie decrescente delle navi, divise in gruppi della stessa bandiera, che attraversarono annualmente lo stretto di Suez, il primo posto, e a gran distanza dagli altri, spetta all' Inghilterra, alla quale appartenevano circa i due terzi del numero totale; susseguono la Germania, l'Olanda e la Francia, questa e quella con un numero presso che eguale di bastimenti; l'Austria-Ungheria; l'Italia, e con quantità sempre minore di navi le altre nazioni. Soltanto nel 1896 il nostro Paese tenne il terzo posto, con 230 passaggi, per la sciagurata guerra italo-abissina.

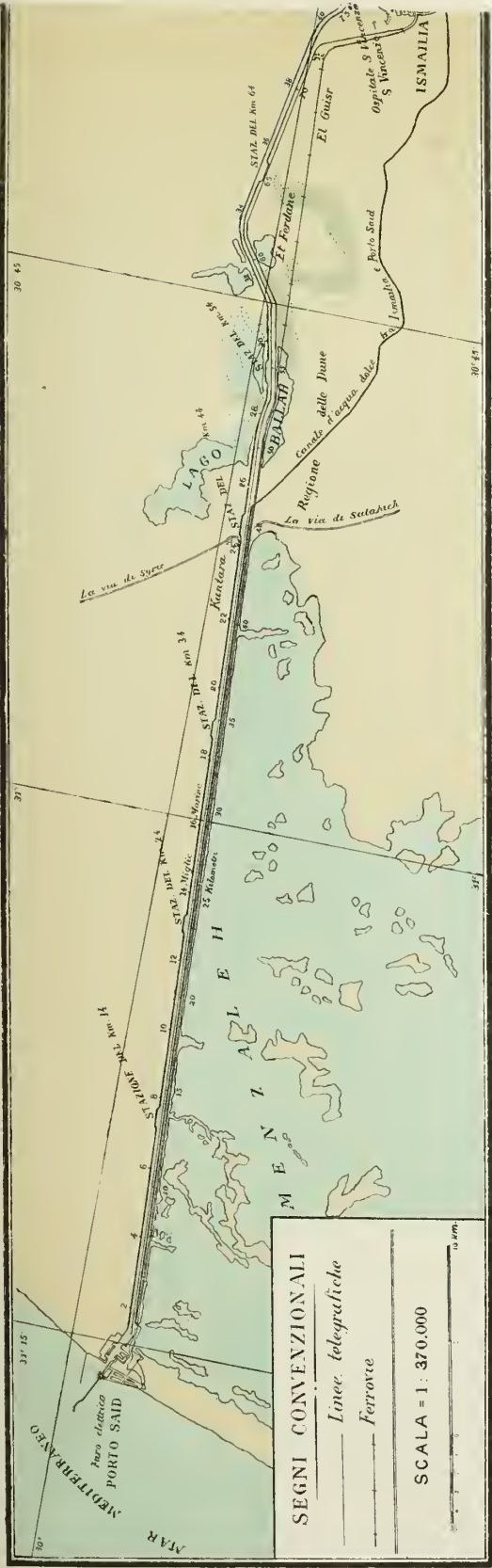
Il felice risultato finanziario dell'impresa del canale di Suez, oltre che dalle non lievi tasse che deve pagare ogni nave che lo percorre proviene dall'intelligenza e oculatezza della Direzione e dell'Amministrazione che, mentre vegliano di continuo alla regolarità di servizio, non esitano mai a far qualunque spesa necessaria per la buona conservazione e per il miglioramento di quella via marittima.

Non bisogna infine dimenticare che il Canale di Suez non è soltanto una fortunata impresa commerciale. Esso accorcia immensamente le comunicazioni per mare fra l'Occidente e l'Oriente e, con tutte le tasse di transito, ogni nave fa un notevole risparmio di tempo e di spesa. Esso, favorendo l sviluppo delle relazioni coll'estremo Oriente, promosse in questo un rapido progresso verso la civiltà. Esso mutò aspetto ad una vasta zona egiziana, addolcendone il torrido clima e facendo fiorire l'agricoltura dove in tempi così vicini a noi difettava fin l'erba.

STAB. DR. F. VALLARDI

L' INAUGURAZIONE DELLA FERROVIA LIVERPOOL - MANCHESTER

(da un acquarello di A. VACCARI).

Stab. Dit. F. Vallardi

IL CANALE DI SUEZ

La casa degl'ingegneri addetti ai lavori del Panama.

GLI ALTRI CANALI DI NAVIGAZIONE

Il canale di Panama: Gli studi del secolo scorso — Le opinioni di Humboldt e di Thierry — Il Messico e l'istmo di Tehuantepec — Studi Francesi ed Americani — Il Congresso geografico — Lesseps e i venti esploratori europei — Due compianti figli d'Italia — I lavori preparatorii — La Compagnia universale del canale interoceanico — Il progetto — Le spese e gl'inizî dei lavori — Il *crak* finanziario — *Il canale del Nicaragua:* Gli Americani al lavoro — Il progetto Menocal — Le difficoltà dei lavori — 100 milioni di dollari! — La mancanza di capitali — Gara tra i panamisti e i nicaraguisti — Le convenienze del Governo — Chi vincerà? — I benefizi di un canale interoceanico — *Il canale di Corinto:* I progetti avanti l'era cristiana — I progetti moderni — La Società internazionale — I grandi lavori — L'inaugurazione ed i benefizii del canale — *Il canale del Mare del Nord o di Kiel:* I pericoli della navigazione — I lavori nel XIX secolo — Il progetto Sabatini — Il ponte di Grünenthal — Il canale Guglielmo — *Il canale Reno-Elba:* La lotta alla Camera dei Deputati — Le trattative sospese — *I canali della Russia:* Il congiungimento del Baltico e del Mar Nero — I canali minori — Il canale russo indiano — Le esplorazioni all'Amu-Daria — *Gli altri canali europei:* Nella Svezia; in Inghilterra; in Olanda; nel Belgio; in Francia; nell'Austria-Ungheria; il canale del Danubio — Le porte di ferro; nella Spagna — *I canali italiani:* I lavori di canalizzazione nel XIV e XVI secolo — Il canale di Pavia — Il canale Cavour — Il progetto dell'ing. Noè — Il canale di Villoresi — Il canale industriale del Ticino.

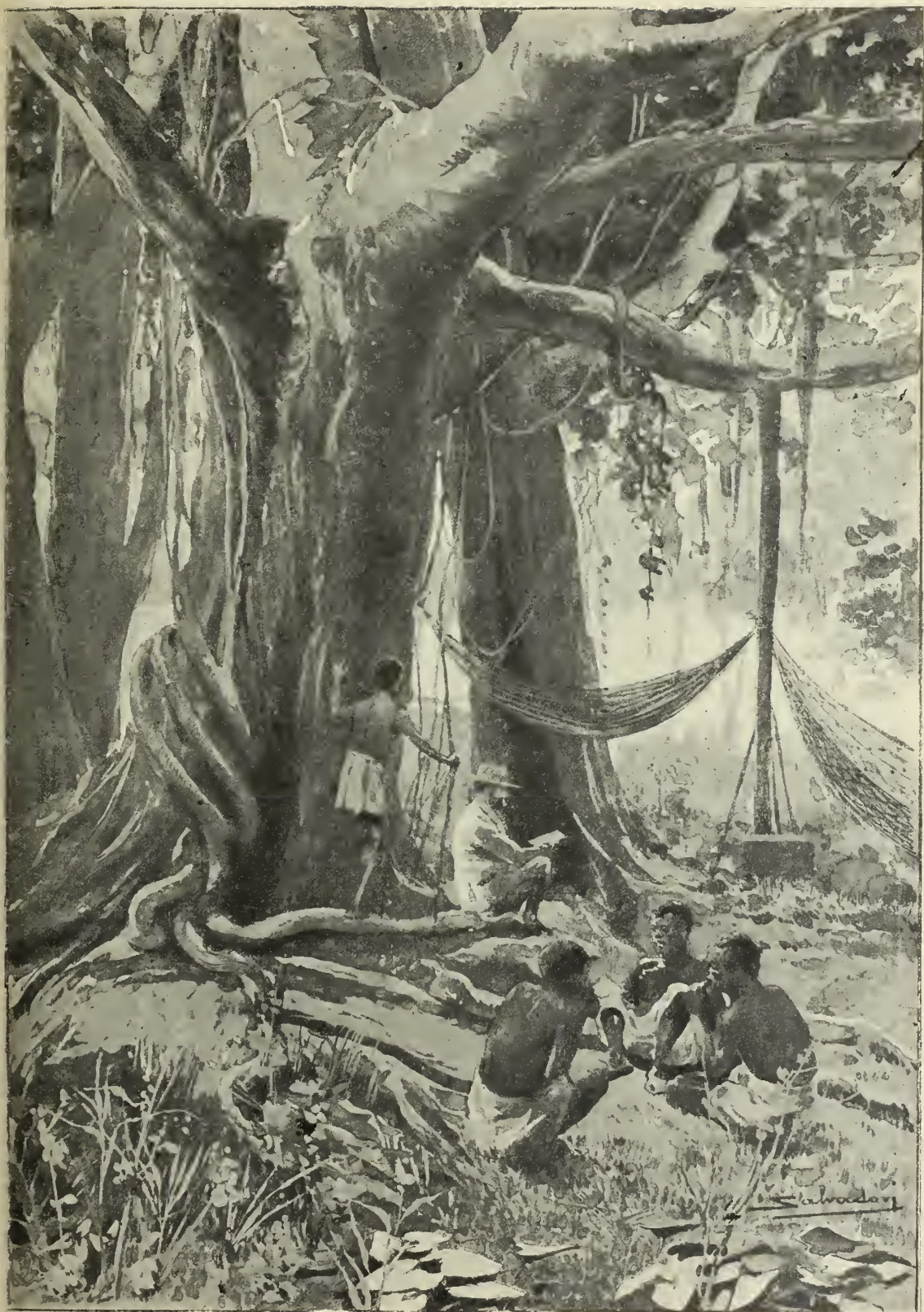
Neanche l'idea di aprire un canale a traverso l'istmo di Panama appartiene a questo secolo. Essa venne da prima ad Angelo Saavedra nel 1520, cioè poco dopo la scoperta dell'Oceano Pacifico fatta da Nuñez de Balboa, e qualche anno appresso la carezzò anche Fernando Cortes, il sanguinario conquistatore del Messico. Ambedue fecero eseguire degli studî sul terreno, ma il Governo Spagnuolo non ne volle sapere e la cosa svanì. Vi si ripensò in Ispagna nel 1780, e Carlo III mandò alcuni tecnici ad esplorare l'istmo: i lavori di costoro, però, furono al pari inutili, perchè troncati dalla rivoluzione. Ai primi di questo secolo, il celebre esploratore Humboldt, prese a studiare anche lui la cosa per conto della Francia,

e finì per concludere che l'aprire un canale nella direzione di Panama, era opera quasi impossibile, consigliando invece la sua costruzione nel Darien. Non si fece nè l'una cosa nè l'altra. Vent'anni dopo, nel 1825, la minestra si riscaldò e il barone francese Thierry ottenne dal generale Simon Bolivar, il liberatore della Colombia, la concessione d'un canale fra i due oceani, ma non trovò il danaro occorrente; e molti altri elementi indispensabili mancarono all'inglese Lhayd e allo svedese Talemar, incaricati dallo stesso Bolivar della grandiosa attuazione sospirata.

Nel 1843 —, quando già il Governo del Messico si era pronunziato in favore dell'istmo di Tehuantepec già studiato dal Corral, dal Cramer e dal generale messicano Orbegoso, — una Compagnia francese incaricò Napoleone de Garella, ingegnere mineralista, di fare il progetto e di calcolare la spesa di un canale e di una ferrovia fra Chagres e Panama. Compiuti gli studi, il de Garella, al contrario dell' Humboldt, trovò che l'esecuzione del canale di Panama era possibilissima; ciò malgrado la Compagnia ne rigettò il progetto, probabilmente per la spesa enorme, e accolse quello della ferrovia, per la quale chiese ed ebbe la concessione. Se non che, non potè riunire i capitali necessarî, ed una Compagnia americana tirò a buon fine l'impresa ferroviaria.

Altri studî furono posteriormente fatti dagli Americani in luoghi diversi, e ne risultò il giudizio che il tracciato preferibile del canale fosse quello che attraversava la repubblica di Nicaragua.

In pari tempo il *Congresso delle scienze geografiche*, nelle sue sedute del 1871 in Anversa, aveva lungamente discussa la questione di un canale interoceanico, d'interesse mondiale, e quando si raccolse, nel 1873, a Parigi, il Lesseps, che ne faceva parte, avversò vivamente i canali a chiaviche, rivelandone i difetti, e il Congresso emanò il voto che si continuassero e si approfondissero gli studî. In conseguenza di ciò, la società geografica fondò nel 1876 il *Comitato francese per lo studio sull'apertura d'un canale interoceanico* e ne diede la presidenza al Lesseps. Si formò allora una società patrocinata dal generale Turr e da Luciano Wyse per raccogliere la somma necessaria ad una accurata esplorazione dell'istmo. Il comando della spedizione fu affidato al Wyse, che aveva visitato l'istmo otto anni addietro e studiato a lungo il taglio del canale. Egli provvide strumenti, armi, oggetti da campo, viveri, tutto il bisognevole infine per una squadra che aveva a passare almeno sei mesi in selvagge regioni, e si adoperò con tanta sollecitudine che al pranzo di addio dato dal Comitato ai futuri esploratori, la maggior parte di loro vedeva i compagni per la prima volta. Erano venti, ingegneri, ufficiali di marina ed altri, e facevano parte della eletta schiera Oliviero Bixio, nipote dell' eroico generale Nino Bixio, e Guido Musso di ragguardevole famiglia italiana. Morirono ambedue laggiù.

E fu da vero per tutti una sequela d'immani fatiche e di stenti, principalmente nella foresta vergine, dove un gruppo d'indigeni faceva a gran fatica la *trocha*, apriva cioè una via in quella intricatissima rete di rigogliosi vegetali di cento specie diverse. Un'amaca pendente da una pertica posata su due cavalletti era il letto degli esploratori, e formavano il tetto i fronzuti rami degli alberi. Spesso, per difendersi contro i numerosi *mosquitos*, avevano a riparare le amache entro a capannucci di tela, che salvavano dai morsi è vero,

Gli esploratori nella foresta vergine al Panama — I primi studi.

ma viziavano l'aria. Di giorno, poi, dovevano procedere nelle operazioni attraverso a stagni, a correnti, a profondi burroni, e sull'erte scoscese della Cordigliera e sotto il sole ardente delle *savane*.

Finalmente, dopo mille peripezie, il Wyse e Armando Reclus riuscirono ad ottenere dal Governo della Colombia, con atto del 18 maggio 1878, la concessione del progettato canale e, ritornati a Parigi, chiesero il concorso del Comitato francese; il quale, per liberarsi dalla grave responsabilità d'un giudizio finale, convocò il *Congresso internazionale di studî del canale interoceanico*, che si riunì e tenne seduta dal 15 al 29 maggio 1879.

Oliviero Bixio.

Erano stati presentati quattordici progetti al Congresso, che doveva scegliere fra il sistema dei canali a chiaviche, seguito dal maggior numero degli autori, e quello dei canali a livello unico, e fra i diversi tracciati dell'uno o dell' altro sistema. Dopo molti dibattimenti, il Congresso diede la preferenza al progetto del Wyse per un canale a livello costante, che da Colon mettesse capo a Panama. La spesa era calcolata di un miliardo e settanta milioni, senza tener conto degl'interessi durante i lavori. E Ferdinando de Lesseps dichiarò al Congresso ch'egli assumeva la costruzione del canale, con le condizioni da esso fissate. Accordatosi poi coi concessionarî, comprò la ferrovia da Colon a Panama, ch' era in esercizio fino dal 1855 e avrebbe arrecato un grande aiuto ai lavori, e nel 3 marzo 1881, costituì definitivamente la *Compagnia universale del canale interoceanico*.

Intanto si era già dato fuoco alla prima mina sulla Cordigliera fin dal principio del 1880 e si erano iniziati al tempo stesso i lavori su più punti del tracciato del canale, fondando un cantiere in corrispondeza d'ogni stazione della ferrovia e adibendo questa al trasporto delle macchine e d'ogni cosa occorrente nei singoli cantieri.

Il canale progettato doveva avere la lunghezza di circa 75 chilometri, la larghezza di 22 metri al fondo e un'altezza d'acqua di 8,50 a 9 metri; e doveva essere compiuto in dieci anni. Le maggiori difficoltà le presentavano gli alti poggi e i grandi massi di rocce della Cordigliera; e il versante setten-

trionale del tortuoso Rio Chagres che scorreva in vicinanza della linea del canale e la intersecava in certi punti, nè si poteva pensare a immetterne le acque nel canale marittimo, poichè sarebbe stato necessario aumentare considerevolmente la larghezza di questo, essendo il fiume soggetto a enormi piene, specialmente nei due ultimi mesi dell'anno.

M. Wyse.

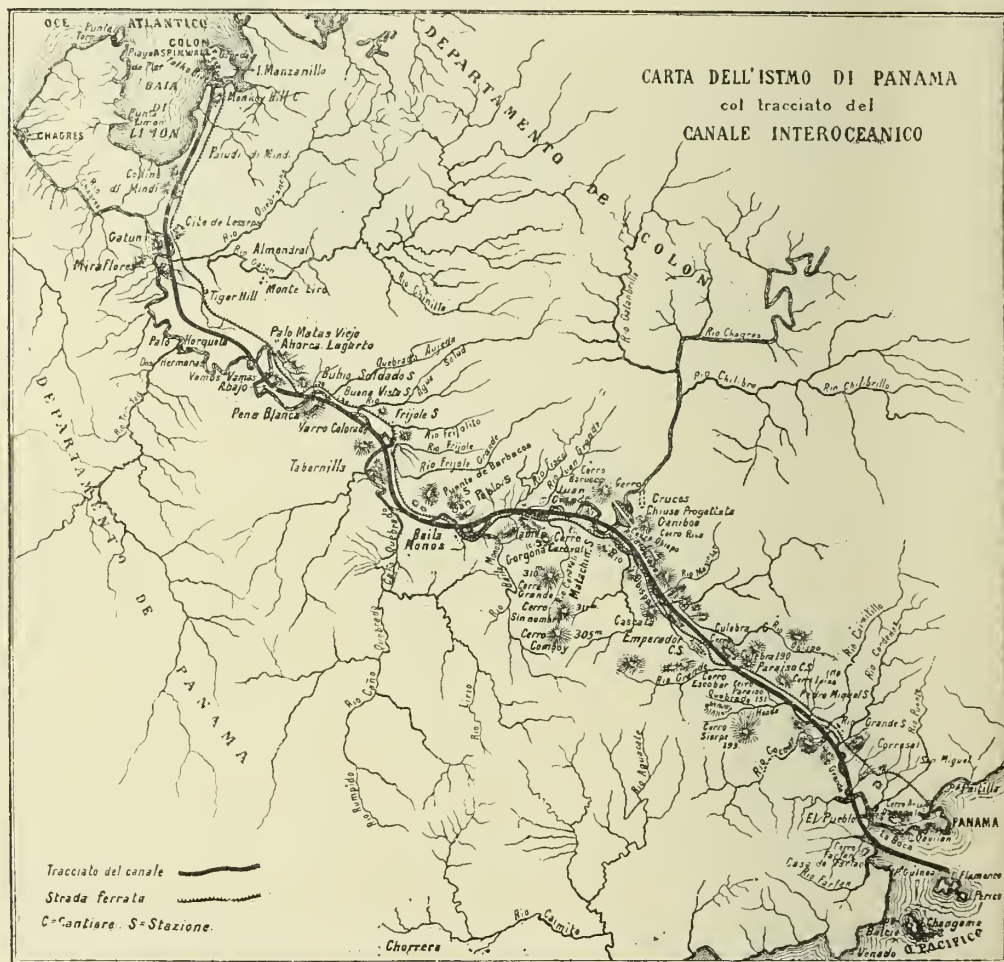
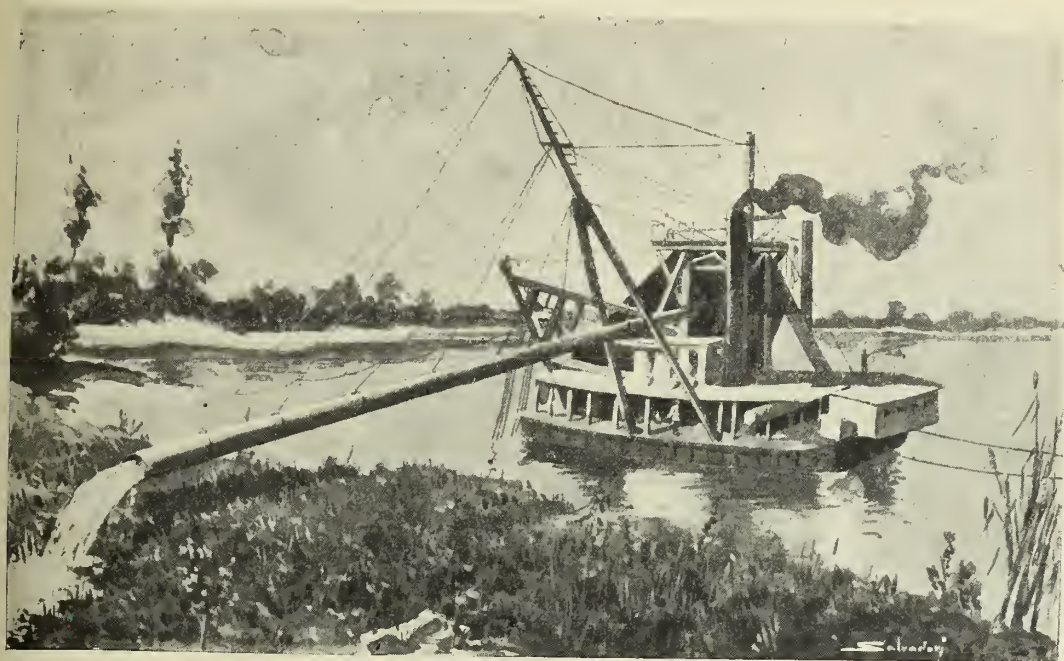
Secondo la diversa natura dei terreni e la profondità raggiunta cogli scavi, questi si eseguivano con lavoro manuale, con le mine di polvere ordinaria e di dinamite, con le draghe a secco, cogli elevatori, con le draghe a lungo condotto o sussidiate da battelli a fondo mobile, e col cavatore a mano Osgood. Era il cavatore composto d'una gigantesca cucchiaja collegata con due catene ad un robusto braccio di leva, e congegnato in maniera che essa, regolata da un macchinista, saliva rapidamente lungo il pendio della scarpa della trincea, ne tagliava uno strato, riempiendosi, versava il contenuto in un carro, e discendeva e risaliva tante volte da poter fare in un' ora 35 metri cubi di scavo.

Armando Reclus.

Affine d'isolare le acque del Chagres e dei suoi numerosi affluenti dal canale marittimo, si decise di fare, giovandosi dov' era possibile dell' alveo stesso del Chagres, due altri canali: l'uno a destra di quello marittimo, destinato a raccogliere e guidare al mare i tre affluenti che scorrevano da quella parte; l'altro a sinistra per gli affluenti della parte opposta e per il Rio Chagres, che si sarebbe reso innocuo presso a Gamboa, formando ivi un ampio serbatojo per contenere l'acqua delle piene e a riversarle a poco a poco pel canale di navigazione.

Fra il ventitreesimo e il ventiquattresimo chilometro, contando da Colon, si ergeva un colle a circa 65 metri sopra il livello del mare, sicchè necessitava una trincea di 74 metri di altezza, che richiedeva poco meno di due milioni di metri cubi di scavo. Si perforò il colle con due gallerie, che furono munite di rotaje, e si costruirono di di-

stanza in distanza e in rispondenza di quelle dei poggi verticali che davar agio di gettare direttamente la terra scavata da sopra nei carri, dai qu veniva poi scaricata in un paludoso terreno a breve distanza. I poggi del Cordigliera toccavano i 140 metri sopra il livello del mare e l'altezza med ne oltrepassava gli 80.

Ferveva il lavoro nei vari cantieri piantati qua e colà, e in quello del Culebra, lungo soltanto 1800 metri, formicolavano 2000 operai addetti al t

glio delle trincee nelle parti più elevate, e agivano i cavatori a secco, e to navano a ogni poco le mine. Tutta quell'animazione però non fu sufficient Mentre si sarebbe dovuto aprire il canale alle navi nel 1890, nel 1888 rima nevano ancora a farsi oltre 100 milioni di metri cubi di scavo, per buon parte in durissima roccia. Impossibile dunque il compiere l'opera nel temp prestabilito. Fu allora che la *Compagnia universale del Panama* abbracciò il partito di superare provvisoriamente la Cordigliera, suddividendo ivi il canale in più torrenti e in varî livelli e muniti di chiaviche. Si calcolava di ridurre cos lo scavo a 40 milioni di metri cubi. Senonchè, oltre alla ultimazione dei lavori negli altri tratti, faceva d'uopo di attendere anche al regolamento dell'acque dolci, e neppur questa era cosa di lieve momento.

Cavafondo per vuotare i bacini.

Secondo il nuovo progetto, il più elevato bacino del canale, da costruirsi naturalmente nella parte più alta della Cordigliera, era situato a 38 metri sopra il livello del mare, con la caduta di 11 metri; susseguivano da un capo e dall'altro tre altri bacini, con cadute di 8 o di 11 metri, e restavano al livello del relativo mare un tratto di quasi 23 chilometri verso l'Atlantico e un altro di circa 13 chilometri verso il Pacifico. I bacini superiori avevano poi diverse lunghezze in corrispondenza al limite raggiunto allora cogli scavi nei vari punti, ed alla conformazione e pendenza dei due versanti. Le cateratte delle chiaviche erano lunghe 14 metri e ciascuna era munita di un'unica imposta tutta di ferro che si apriva con apposito meccanismo, facendola scorrere su rotaje di ferro ed entrare in una camera laterale esistente nella muratura della chiavica. Il Chagres, coadiuvato dal Rio Obispo e dal Rio Grande, suoi affluenti, avrebbe fornita l'acqua ai bacini, potendosi mediante lo sbarramento a Gamboa, innalzarla in quel serbatojo al necessario livello di 38 metri. E appunto in vista di ciò, si era fissato a quell'altezza il livello del bacino centrale poichè, per un'altezza maggiore, sarebbe stato d'uopo sollevare proporzionatamente l'acqua del Chagres con potenti macchine a vapore. Le chiaviche e le relative imposte le assunse l'ingegnere Eiffel, concorso all'attuazione del nuovo progetto, il quale commise subito in Francia queste ultime.

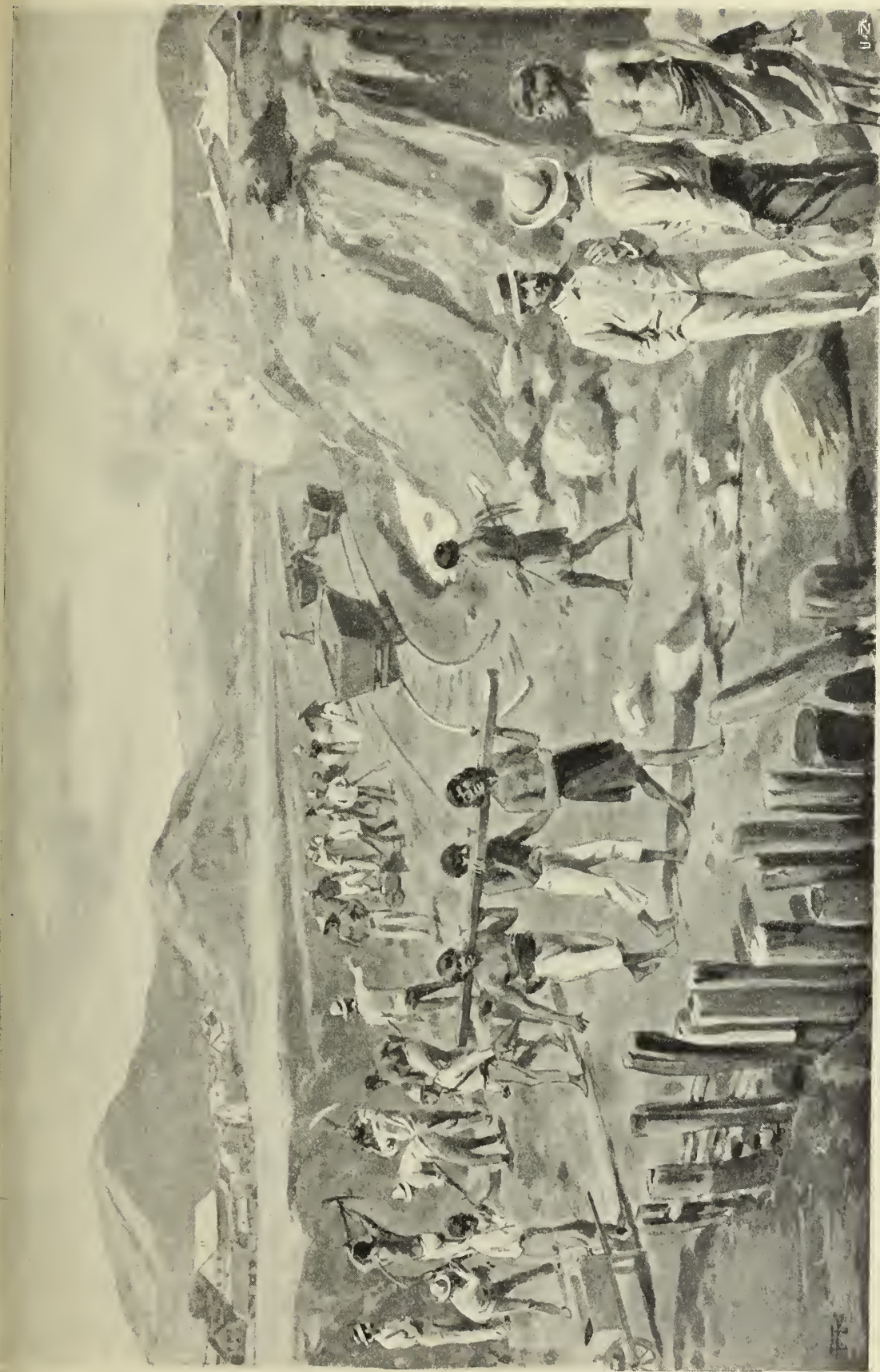
Procedevano in tal guisa i lavori con gran numero di operai e di macchine lungo l'intero tracciato, e nelle officine di Francia già erano ultimate e montate per la spedizione cinque delle gigantesche imposte delle chiaviche, presso al compimento tre altre; quando si scatenò nel Parlamento di Parigi la tempesta, per la quale l'Impresa del canale di Panama si risolvette in un grave disastro finanziario e in un enorme scandalo morale. Ahimè! Più che le

foreste, gli stagni e le rocce granitiche, furono l'avidità del guadagno illecito, il tur bine della bassa speculazione, l'irresistibile ebbrezza del milione che si opposero a sospirato amplesso dei due Oceani; e nei numerosi cantieri dell'istmo i castelli delle grosse draghe rimasero immoti nel sole; mentre la natura vittoriosa invadeva nuovamente le disertate trincee, avvincendo ancora saldament le sempre giovani membra delle due Americhe ricche d'oro e di vitalità.

Frattanto i *Yankees*, ai quali era sempre riuscito sospetto il predominio degli Europei nell'impresa del canale di Panama, nel 1885, quando quei lavor procedevano appunto col massimo ardore, avevan ripensato al progetto dell'ingegnere Aniceto G. Menocal, ritenuto il più adatto fra tutti, per una vi marittima attraverso al territorio di Nicaragua, e s' erano decisi ad attuarlo Perfezionati quindi gli studî e costituitasi una società di capitaliti, si died mano senz' altro ai lavori sul lido del mare Caraibico, e poco appresso in altri punti.

In conformità al progetto del Menocal, oltre del vasto lago di Nicaragu si voleva da prima giovarsi per l' intero suo corso anche del suo emissario San Juan, che sbocca nel mare Caraibico, rettificandone l'alveo dov' era necessario; ma la malaria emanata dalle paludi che il fiume attraversa coll'ultimo tronco e le alluvioni e gl'interrimenti ai quali quella zona è soggetta, consigliarono a mutarne quivi il tracciato e a portarlo un buon tratto al di là della sponda sinistra, benchè il suolo, lungo la nuova linea, fosse qua e là rilevato e toccasse in certi punti un'altezza non lieve.

Per utilizzare nel transito dell'uno all'altro Oceano il lago di Nicaragua che trovasi a 39 metri sopra il livello del mare, bisognava naturalmente superare la differenza delle altezze mediante chiuse e bacini a vari livelli compresi fra quei due limiti. Perciò il canale che avrebbe dovuto avere il fondo largo circa 36 metri e un'altezza d'acqua di 9 metri, sarebbe proceduto per il primo tratto sulla zona deltaica del San Yuan partendo dall' Atlantico, a livello con questo; quindi per una scala ascendente di successivi bacini, riempitisi coll' acque dei prossimi fiumi sbarrate e innalzate col mezzo di grand arginature e dighe, avrebbe raggiunto, presso Ochxa, il letto del suddetto Rio San Yuan. Regolato e approfondito in vari punti, l'alveo stesso del fiume avrebbe formata la continuazione del canale per oltre 40 chilometri, cioè fino al lago che, dopo qualche poco importante scavo verso le rive e in rispondenza alla linea di navigazione, avrebbe offerto comodo passaggio alle navi per più di settanta chilometri. Al di là del lago e attraverso l'istmo di Rivas, largo in quel punto soltanto 26 chilometri, il canale, per altre serie di bacini a chiaviche, prima ad altezze successivamente decrescenti, e in ultimo a livello del mare, avrebbe messo finalmente capo nel Pacifico e propriamente nel punto detto Brito, dove si progettava un grandioso porto. La totale lunghezza da un oceano all'altro sarebbe stata di circa 273 chilometri; la durata del transito meno di trent'ore.

Secondo il preventivo, l'intera spesa non avrebbe sorpassato i 100 milioni di dollari (533 milioni di lire); spesa molto inferiore a quella per il canale di Panama che avrebbe dovuto esser considerabilmente meno lungo, e i cui lavori divorarono già una somma di poco inferiore ai cento milioni e ne

I lavori del Panama.

richiedono molti e molti altri per essere compiuti. Vero è che nella scandalosa impresa del Panama il denaro servì per tutt'altro che per gli scavi; a ogni modo, il preventivo di cento milioni di dollari per il Nicaragua, era di proporzioni assai più modeste di quanto occorre effettivamente.

I lavori, per il nuovo canale interoceanico continuarono, senza troppo slancio, per alcuni anni; ma venne il giorno che cominciarono a mancare i capitali, e come la catastrofe del Panama, precedentemente avvenuta, aveva destato nei quattrinaj diffidenza e paura, furono così scarse le sovvenzioni che si dovette sospendere anche quelli.

Recentemente, però il trattato ispano-americano e il predominio degli Stati Uniti nel Pacifico, rimisero nuovamente sul tappeto la questione di una via navigabile fra i due Oceani, e il Governo dell'Unione pensò di intromettersi e concorrere alle spese per il proseguimento del Canale di Nicaragua arrestatosi appena all'inizio.

Senonchè gl'imprenditori di esso avevano fatto il conto senza l'oste francese, un oste abbastanza furbo e che non avrebbe potuto rassegnarsi a perdere un mucchio così rilevante di milioni, e la *Nuova Compagnia del Panama*, per indurre il Governo degli Stati Uniti a sfavorire il Nicaragua, gli fece la proposta di cedergli una grossa parte della futura gestione del proprio canale, senza ch'egli avesse a sostenere alcuna spesa per il suo compimento. Bisogna premettere, a meglio chiarire l'attuale situazione, che nel 1894, sulle macerie della *Compagnia Universale* si formò la suddetta *Nuova Compagnia* con un capitale di 65 milioni, e, sotto gli auspicii del Governo colombiano, riprese gli studi tecnici e le operazioni sul terreno, nella speranza di poter compiere i lavori nel 1903. Nel corso del 1898 essi furono ristretti alla zona di Culebra ed Emperador: si scavarono 940.000 metri cubi di materiale; cioè in totale dal principio dei lavori, nel 1895, a tutt'oggi circa 2.900.000 mc. Nel massiccio di Emperador, lungo 6 chilometri, gli scavi furono spinti per tutta questa lunghezza fino al fondo del progettato canale provvisorio; solo per 600 metri, in vicinanza di Culebra, si deve ancora aumentare la profondità di altri 4 metri. Nel massiccio di Culebra — spartiacque tra i due oceani — il taglio è giunto a 50 metri, dei quali la metà è opera della nuova Compagnia, che nel corso del 1898 tenne impiegati 3800 operai, tutti indigeni. Si ebbe per tal modo un miglioramento nelle condizioni sanitarie, essendosi rimandati tutti i negri della colonia africana di Sierra Leona, i quali avevano importata l'epidemia di *beriberi*.

Riconosciuta l'insufficienza del porto di Panama, malsicuro e basso, la Compagnia ne costruisce uno poco più ad ostro, a La Boca, cioè alla foce del Rio Grande. A tale scopo fu terminata una gettata lunga 300 metri, che insieme col molo, su cui passa la ferrovia, chiude il nuovo porto, al quale conduce un canale scavato nel mare fino alla isobata di oltre 6 m. di profondità, distante dalla costa circa 6 chm. Fino a luglio 1898 erano stati scavati 2.200.000 metri cubi, dei quali 500.000 di roccia, con una spesa di 5.115.000 lire.

Stando così le cose, il canale del Panama non potrà aprirsi che fra una dozzina d'anni; e anche per cotesto la *Compagnia* si sarà decisa a fare la sua

offerta al Governo degli Stati Uniti, il quale inviò sul posto nel 1897 una Commissione per gli opportuni studi. Essa era composta dall'ammiraglio J. G. Walker e degli ingegneri Lewis. M. Haupt e Peter C. Hains; e le sue conclusioni risultarono favorevoli sia al Canale di Nicaragua come a quello di Panama: l' importante era che si aprisse la via fra i due oceani. Nel suo messaggio del 6 gennaio 1899 il Presidente Mac-Kinley sottopose al Congresso il rapporto della commissione, dal quale inoltre si rileva che per l' attuazione del Canale di Nicaragua ci vorrà una spesa di circa 124 milioni di dollari.

Le probabilità sono quindi maggiori per il Panama, il cui primo tronco di una trentina di chilometri verso l'Atlantico, tranne pochi lavori di finimento, è ulti-

Carta del Nicaragua.

mato; mentre verso il Pacifico erano già scavati circa 8 chilometri. Il proseguimento dei lavori sarà poi largamente facilitato se si adotterà il ripiego dei bacini a chiaviche nella parte più elevata dell' istmo, inconveniente, del resto, al quale non isfuggirebbe, come vedemmo, nemmeno il canale di Nicaragua. Resta ora a vedere se il Governo degli Stati dell'Unione accetti l'offerta dei panamisti, o se, per avere un canale interamente americano, protegga in vece il canale di Nicaragua. Comunque sia, per il vantaggio del commercio mondiale, è desiderabile che, oltre alle comunicazioni ferroviarie

Entrata del canale nel golfo di Corinto.

fra i due oceani, si apra in breve quella marittima con la completa esecuzione d'uno dei due progetti, e magari di tutti e due.

Attualmente molte navi, provenienti dalla costa orientale dell'America o dall'Europa e cariche di merci per qualche città della costa bagnata dal Pacifico, approdano a Colon e scaricano ivi le merci, che vengono poi trasportate a Panama sulla ferrovia, e quindi ricaricate su altre navi che le portano finalmente dove sono indirizzate. Si capisce che in tal modo la spesa del trasporto è raddoppiata o giù di lì. A tale danno rimedierebbe in massima parte l'apertura del canale marittimo. E molte altre navi, specialmente a vela, percorrono invece l'Atlantico, costeggiando l'America meridionale, girano il Capo Horn e risalgono il Pacifico, facendo così un tragitto enormemente lungo in confronto di quello che avrebbero a fare valendosi del canale.

Il seguente specchietto mostra la differenza di lunghezza dei viaggi

per il Capo Horn o per il canale di Nicaragua, relativamente a taluni dei principali centri commerciali:

INDICAZIONE DEI VIAGGI	Per il Capo Horn	Per il canale	Differenza in miglia
	Miglia	Miglia	
Da Nuova-York a San Francisco	14840	4946	9894
Da Nuova-York a Melbourne	13504	10000	3504
Da Nuova-Orleans a San Francisco	15052	4047	11005
Da Liverpool a San Francisco	14690	7694	6996
Da Liverpool a Melbourne	13753	12748	1005
Da Liverpool a Yokohama	17549	12111	5438
Da Bordeaux al Tonkino	17740	13887	3857
Da Amburgo al Golfo di Fonseca	11430	5530	5900

I vantaggi che il Nicaragua apporterebbe alla navigazione sarebbero molto più rilevanti che quelli ottenuti dal Canale di Suez. Infatti, mentre questo riduce la distanza da Londra a Canton di 3300 miglia, e a Bombay di 4325, il suo emulo americano abbrevierà alcuni viaggi di 6, 8 e 11 mila miglia. E il nostro specchietto può valere anche per il canale di Panama, se si terrà conto della distanza, relativamente breve, fra gl'imbocchi dei due incompiuti canali che il Secolo XIX lega in eredità del suo giovane e, speriamolo, forte successore.

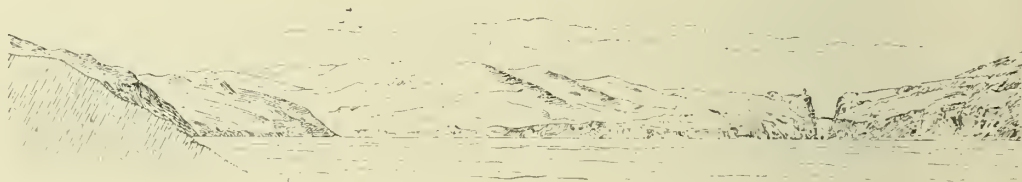
In Europa i più noti ed importanti canali di navigazione aperti nella seconda metà del secolo sono quelli che mettono in comunicazione il mar Ionio con l'Egeo e il Baltico col mare del Nord: il primo di essi è più comunemente conosciuto come Canale di Corinto, l'altro come Canale di Kiel. Diamo dunque un fugace sguardo alla storia di entrambi.

L'istmo di Corinto non oltrepassa in certi punti la larghezza di sei chilometri e la sua massima altezza non supera gli ottanta metri sul livello del mare. Sicchè l'apertura di un canale di navigazione fra il mar Ionio e l'Egeo non presentava serie difficoltà, e non maraviglia che nascesse l'idea di quell'opera molti secoli addietro e risorgesse posteriormente più e più volte. Toccò tuttavia al nostro secolo la gloria di realizzare anche questa grande impresa.

Fin dal 628, prima dell' era cristiana, volle creare quella via marittima Periandro, tiranno di Corinto, uno dei sette Saggi della Grecia. Taluno sostenne che ne lo impedisse il malumore del popolo che giudicava l'opera come un'offesa a Nettuno, al quale era sacrata quella regione. È più credibile che la città la contrariasse come nociva agl'interessi suoi, in quanto che, per la sua posizione fra i due mari, Corinto era l' emporio delle mercanzie dell'oriente e dell'occidente, e il canale avrebbe posto fine a quella condizione lucrosa; e a ciò deve aggiungersi anche il fatto che le galere greche, allora

di piccole proporzioni, si trasportavano al bisogno da una spiaggia all'altra a braccia o con macchine, a seconda della loro grandezza.

Vi ripensò trecento anni più tardi Demetrio Poliorcete, uno dei successori di Alessandro il Grande; ma lo distolsero dall'impresa, secondo Strabone, i suoi ingegneri, i quali asserivano che le acque del golfo di Corinto avevano un livello superiore di molto a quelle del golfo di Egina, di guisa che col taglio dell'istmo la seconda città e le vicine coste sarebbero andate sommerse. Dell'erronea credenza forse fu causa la diversità di elevazione della marea che nel golfo di Corinto era maggiore.

Anche Giulio Cesare, fatta riedificare Corinto, guasta un secolo innanzi da Mumonio, ebbe l'idea di riunire i due mari, e dissero Plutarco e Svetonio che facesse fare degli studî preparatorii sull'istmo; ma gli tolsero di attuar la sua idea i pugnali dei congiurati romani. Fecero poi riprendere quegli studî Augusto e Caligola, e non andarono più in là neppure essi, essendo assorbiti i due magnifici Imperatori in tutt'altre bisogne. Solo per volontà di Nerone si cominciarono al suo tempo effettivamente i lavori, seguendo, a quanto pare, un piano già preparato. Il Divo si risolvette a decretare il taglio dell'istmo nell'anno 66 in Corinto, dove si era recato per assistere ai

Veduta del golfo d'Egina (punto d'arrivo del Canale).

Veduta della baia di Corinto (punto di partenza del Canale).

Profilo del Canale.

giuochi olimpici e per concorrere, non contento del serto imperiale, alle corone della poesia, dell'eloquenza e della musica. Si scavarono di distanza in distanza dodici pozzi fino alla profondità di dodici metri e due trincee verso gli estremi dei due versanti; ma la morte dell'imperatore istrione troncò l'iniziata impresa: le cui vestigia videro il sole di dieciotto secoli.

E per venti secoli nessuno più rivolse il pensiero al canale di Corinto.

La grande trincea durante i lavori del Canale di Corinto.

Un nuovo progetto fu studiato per esso nel 1829, per incarico del conte Capo d'Istria, allora presidente della Grecia, da Virlet d'Aust, membro della commissione scientifica del corpo di spedizione francese; un secondo nel 1862 dall'ingegnere di Candia Leonida Lyghonnes, direttore dei lavori di sbarramento del Nilo, al Cairo; altri ancora nel 1870 e 1873 dal Piat e dal Iuvini; ma nessuno fra tanti fu mandato in effetto.

Il felice compimento e l'apertura e l'esercizio del canale di Suez riaccesero le voglie dell' esecuzione di quello di Corinto, che fu di fatto deliberata e, dopo lunghe tergiversazioni, n'ebbe la concessione un prode commilitone di Garibaldi, il generale Stefano Türr, che poi s'accompagnò colla *Società internazionale.* E l'inaugurazione ufficiale dei lavori ebbe luogo il 4 maggio 1882 con l'assistenza del re di Grecia, che diede il primo colpo di zappa.

Lo studio del tracciato era stato affidato all'ingegnere Gester. Egli presentò tre differenti progetti, due dei quali con numerose curve ed il terzo, ch'era una ripresa di quello di Nerone, tutto in linea retta. Benchè uno di quelli mistilinei, seguendo le linee tortuose delle piccoli valli che solcavano i due versanti dell'istmo, richiedesse il minimo volume di scavo, venne prefeferito il tracciato diritto come il più favorevole alla navigazione.

Il canale a livello unico, secondo il progetto prescelto, partiva da Posidonia, nuova borgata a due chilometri da Corinto, e sboccava nel golfo Egeo presso ad Istmia, a breve distanza dalla rada di Kalamaki, misurando una totale lunghezza di 6350 metri; aveva il fondo largo ventidue metri ed era a otto metri sotto le più basse maree. Il volume dello sterro si calcolava a otto milioni di metri cubi.

Dalle due sponde dell' istmo si procedette verso l' interno col lavoro a

mano e con le macchine a secco finchè il cavo arrivò a tale profondità da potervi immettere quant'acqua bastasse al galleggiamento delle draghe marine e si approfondò quindi il cavo con quelle fino al voluto livello, servendosi a un tempo di battelli chiatti che, riempiti dalle secchie delle draghe con le terre strappate dal fondo, le trasportavano e scaricavano poi in alto mare. A certa distanza però cominciò a variare la natura del terreno, ivi framezzato da strati di sostanze leggiere e friabili, e ne derivò la necessità di allargare superiormente la trincea, per dare alle scarpe una più dolce pendenza, ciò che naturalmente importava tempo più lungo e spesa maggiore. Del resto, col sistema fino allora seguito, i lavori avrebbero progredito sempre più lentamente

Tracciato delle vie di navigazione.

anche per la conformazione del suolo che si elevava a grado a grado verso la parte centrale dell'istmo.

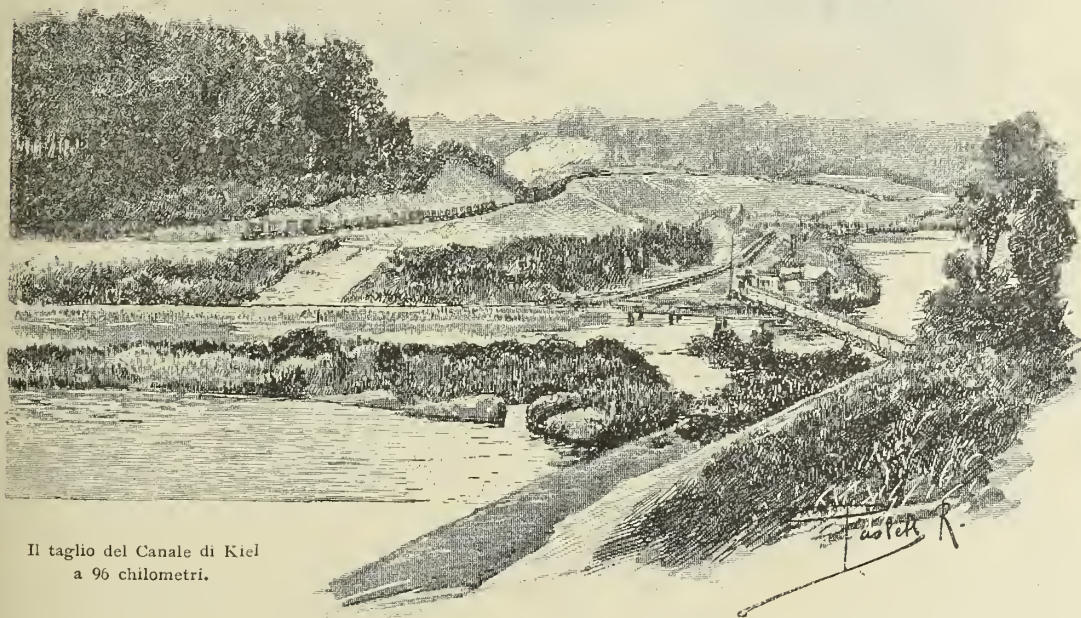
In conseguenza di ciò, si stabilirono tre cantieri sul versante verso Posidonia e altrettanti sul versante opposto, e si scavarono in ogni cantiere delle gallerie rispondenti all'asse del canale, e dei pozzi che sboccavano in quelle. Data quindi opera agli sterri, per aprire la trincea fino al suolo delle gallerie, si versavano le terre risultanti entro ai pozzi e per essi nei carri pronti da sotto a riceverle,

Ogni cantiere era fornito da una ferrovia che correva per tutta la lunghezza della galleria e si prolungava al di fuori fino ai valloni destinati allo scarico delle materie provenienti dagli scavi, e per i cantieri inferiori fino alle insenature della spiaggia che si potevano, senza far danno, interrare. La totale lunghezza delle ferrovie era di ben trentasei chilometri, e il relativo materiale mobile comprendeva 12 locomotive, 550 grandi carri e 180 più piccoli. I singoli treni si componevano di 30 a 50 carri, o più.

Compiute le trincee superiori, si spingevano innanzi le gallerie sottoposte, si scavavano altri pozzi e si seguivano i rimanenti sterri come si è detto. Lavoravano in quei cantieri presso che 1800 operai italiani, greci, montenegrini ed armeni, una Babele senza la torre. E da ultimo servirono per lo scavo subacqueo le draghe.

Oltre all'aumento del taglio prestabilito, reso necessario dalla poca consistenza del terreno nella zona centrale dell'istmo, si dovette fare colà, per lunghi tratti, dei solidi rivestimenti alle parti inferiori delle scarpe della trincea, per difenderle dalle corrosioni e smottamenti che vi avrebbero causato le ondate prodotte dal passaggio delle navi dacchè si era trovata la marna in quei tratti appunto nelle zone che avevano a restare sommerse o a fior d'acqua. E quei lavori non preveduti, senze dire della relativa spesa, furono cagione che l'apertura del canale al pubblico, già fissata per la fine del 1891, fosse protratta per altri due anni.

L'inaugurazione dell'esercizio fu solennizata il 6 agosto 1893 col concorso della reale famiglia di Grecia, dei ministri, del corpo diplomatico e di numerosa folla.

E coll'apertura del canale di Corinto la via commerciale del Levante è

Il taglio del Canale di Kiel a 96 chilometri.

accorciata di 345 chilometri per le navi provenienti dall'Adriatico e di 180 chilometri per quelle provenienti dal Mediterraneo occidentale, col vantaggio per tutte di evitare il pericoloso passaggio sulle burrascose acque che attorniano il capo Matapan.

Assai più pericoloso e lungo era il giro che dovevano fare le navi tedesche, intorno alla penisola danese d'Iutland, attraverso gli stretti di Skager-Rah e

di Catte-gat, fra la Danimarca e la Svezia, per raggiungere il mare del Nord. E il pericolo era doppio: uno, diremo così, naturale, per le nebbie, i ghiacci, i venti, le correnti contrarie, gli scogli e i bassi fondi, sì che il tratto fra il Capo Scaghen e la spiaggia Scozzese fu denominato il *Cimitero delle navi* per il gran numero di esse che vi naufragavano, e un altro strategico, come vedremo in seguito.

Il canale dal Mare del Nord al Baltico.

Considerando che la penisola Danese, verso la sua base, ha la larghezza di circa ottanta chilometri e il suolo si eleva poco sul livello del mare, e che è intramezzata da fiumi e da laghi, si troverà spiegabilissimo il fatto che i Tedeschi abbiano pensato anche nei secoli addietro ad utilizzare quell'acque per aprire una nuova comunicazione fra i due mari ed evitare le noie del lungo viaggio e i malanni del capo Scaghen.

A recare in atto il pensiero, negli ultimi anni del quattordicesimo secolo si riunì, mediante un canale manufatto, il fiume Stecnitz, affluente della Trava che sbocca nel mar Baltico, col Devenau, affluente dell'Elba che fa foce nel mare del Nord, e così furono posti in diretta comunicazione per acqua i due grandi porti tedeschi di Amburgo e Lubecca. Ma quella via, costituita nella massima parte dal letto naturale dei fiumi, e perciò tutta a volte e rivolte, non era adatta che al passaggio delle piccole navi, e serviva quindi quasi unicamente al ristretto commercio locale.

Cominciò così la sfilata dei progetti, che si moltiplicarono nei secoli successivi, per un canale che rispondesse ai bisogni d'un più esteso commercio, in uno dei quali, elaborato nel 1539, era proposto lo scavo d'un canale da Ribe, sulla costa danese del mare del Nord, a Colding, sul piccolo Belt nel mar Baltico.

Nel 1777 s'iniziò, per impulso del re Cristiano VII di Danimarca, il canale dell'Eider, così chiamato essendosi utilizzato per esso una buona parte del fiume omonimo, e si terminò poi, per cura del principe ereditario Federico, poichè il Re, con la mente scombujata, non si occupava più di nulla. Ma quel canale, che secondo il progetto doveva forse aver una più ampia sezione, oltre all'essere a chiaviche e lungo ben 172 chilometri, non aveva in effetto che tre metri e mezzo di profondità, e per conseguenza era tutt'altro che sufficiente a quanto occorreva, cioè a dire alla grande navigazione.

E la sfilata dei progetti non si arrestò, massimamente nella seconda metà del secolo nostro, essendo giudicata la costruzione di un canale attraverso alla penisola, atto al passaggio d'ogni specie di navi, più necessaria che con-

veniente, in Germania, a cagione dello sviluppo sempre crescente del suo commercio, ed era desiderata dal Governo anche per le sue viste strategiche. Si può dire anzi che il gran canale fra il mar Baltico ed il mare del Nord, al quale fu dato ufficialmente il nome di Guglielmo I in onore dell'imperatore che ne favorì la costruzione, non sarebbe forse mai stato eseguito, se a quell'esecuzione non avessero provveduto, appunto spinti principalmente da considerazioni guerresche, la Prussia e l'Impero, addossandosene la spesa a fondo perduto.

In caso di guerra, sia per la difensiva che per l'offensiva, l'impero germanico, che aveva il suo principale arsenale nel porto di Kiel sul mar Baltico, mal si sarebbe giovato delle sue flotte avendo a fare il lungo e pericoloso giro per il capo Scaghen, e peggio ancora se la Daminarca avesse parteggiato per il nemico dell'Impero, potendo essa gagliardamente opporsi coi cannoni delle sue fortificazioni al passaggio delle navi tedesce. Con un ampio canale a propria disposizione, quelle navi, secondo il bisogno, si sarebbero invece tramutate in poche ore dall'uno all'altro mare, per una via facile e sicura, duplicando, per così dire, la potenza marittima della Germania, e facendole economizzare nel mantenimento di due squadre diverse per le quali abbisognavano due arsenali invece d'uno.

Veduta della cateratta orientale della bocca d'entrata.

Fra i molti progetti per il nuovo canale tedesco ne presentò uno, fin dal 1859, il calabrese Domenico Sabatini, proponendo lo scavo d'un canale diritto e senz'alcuna chiavica da Husum, sul mare del Nord, ad Ekernförde, sul mar Baltico, passante per Schleswig, la totale lunghezza del quale non avrebbe misurato che 57 chilometri. Pare che il breve sviluppo, a confronto degli altri tracciati da prima e in appresso proposti, avrebbe dovuto far preferire il progetto di Sabatini; ma, probabilmente per riguardi d'ordine militare, fu prescelto quello che presentò nel 1879 il Dahlström, armatore amburghese. Il costui tracciato seguiva per lunghi tratti quello del canale fatto eseguire sullo scorcio del XVIII secolo dal re Cristiano VII e da suo figlio, il qual canale naturalmente doveva, in quei tratti, essere convenientemente approfondito e allargato.

Si voleva da principio affidare l'impresa ad una Compagnia privata, e non essendo le negoziazioni riuscite a buon fine, l'assunse il Governo. La re-

lativa proposta, caldamente sostenuta dal Bismarck, ottenne l'unanime approvazione del Reichstag germanico e della Dieta prussiana; e il 16 marzo 1886 fu tradotta in legge dello Stato, stabilendo questa che il futuro canale dovesse servire a qual si fosse nave commerciale e alla marina da guerra tedesca.

Della totale spesa, calcolata di 195 milioni di lire (156 milioni di marchi) avrebbe versato sessantadue milioni e mezzo la Prussia, per gli speciali vantaggi ch'era per arrecare il canale alle sue provincie dello Schleswig-Holstein, e il rimanente l'impero.

Il 3 giugno 1887 s'inaugurarono solennemente i lavori coll'intervento del vecchio imperatore Guglielmo, che posò la prima pietra della chiusa all'imboccatura del canale sul Baltico. E fu poi detto che gli si appiccasse in

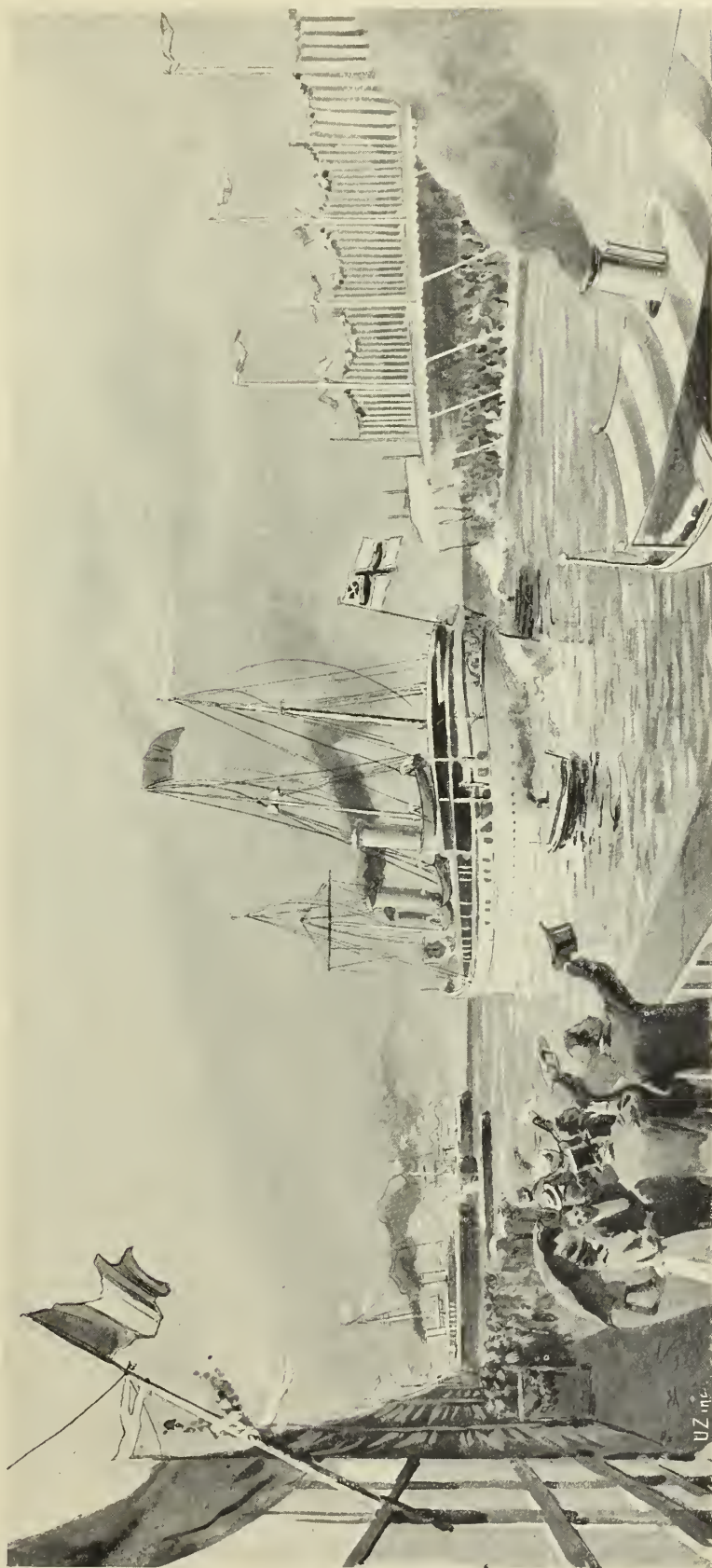
Profilo del Canale.
(Le altezze sono 500 volte maggiori della distanza).

quella cerimonia il germe della malattia che, pochi mesi dopo, lo trasse al sepolcro.

Sezione del Canale.

Il canale Guglielmo fu eseguito presso che interamente secondo il piano del Dahlström, sotto la direzione d'un comitato tecnico, presieduto dal consigliere di Stato prussiano Löve. Ha l'ingresso dal mare del Nord a circa tre chilometri da Brunsbüttel, verso mezzodì, e procede in direzione nord-est fino a Rendsburgo, principale stazione del canale. La prima zona è poco superiore al livello del mare: ma gli scavi riuscirono molto difficoltosi, specialmente in vicinanza del lago di Cuden, che trovasi a circa quattro chilometri dalla costa, a causa della natura paludosa del terreno, per la quale mal si reggevano le scarpe. A ventidue chilometri dal lago di Cuden il canale è attraversato dal ponte di Grünenthal, sul quale scorrono una strada carreggiabile e la ferrovia fra Heide e Neumünster. Il ponte ha la luce di 156 metri e l'altezza di 42 metri sopra il livello medio dell'acqua del canale, sicchè non fa punto ostacolo al passaggio dei grossi legni ad alta alberatura. Colà intorno la campagna aveva la massima elevazione e bisognò approfondare lo scavo fino a trentatrè metri dal suolo, in un terreno formato in gran parte a strati di marna e di sabbia, che produssero frequenti e pericolose frane. In prossimità di Grünenthal si era eretto il maggior cantiere della linea, con una grande quantità di baracche ad uso di cucine, refettorî, cappelle e dormitorî, per i numerosi operai sottoposti a regole e discipline come altrettanti soldati.

Al di là di Grünenthal, il terreno ancora più palustre e cedevole, al segno che vi affonda il più lieve peso, costrinse a cercare un riparo col doppio scopo di fornire un suolo abbastanza resistente agli operai e di render possibile l'esecuzione del canale in quello strato melmoso. Si raggiunse l'intento con grandi gittate di ghiaia, di sabbia, di canne e di giunchi, però l'alveo scavato dalle draghe in quel tratto non riuscì sufficientemente solido e resistente come lo dimostrarono gl'incagli avvenuti colà dopo l'attuazione dell'esercizio.

Ventisei chilometri più oltre il canale, dopo aver attraversato il piccolo lago Meckel, arriva l'Eider, presso al villaggio Schülpi, e ne segue poi il corso fino a Rendsburgo, antica città fortificata del ducato di Holstein, oggi gaia e luminosa per larghe strade e per attivo commercio, e probabilmente in condizione ancora

L'inaugurazione del canale di Kiel.

migliore fra breve, distando appena un chilometro dal nuovo canale, col quale del resto comunica mediante il lago Audorf, che si stende al suo piede.

Lontano quattro chilometri da Rendsburgo, il canale Guglielmo, sempre seguendo la linea del primitivo canale dell' Eider, penetra nel lago Audorf e quindi nel lago Schirnau, che è una continuazione di quello, e fuori di là si stacca dal tracciato antico e lo ripiglia dopo sei chilometri presso a Kornigsforde. Percorsi altri cinque chilometri entra nel letto del lago Flemhuder che, per ischivar l'inconveniente d'un bacino a chiaviche, fu in buona parte prosciugato, superando il suo livello di circa sette metri il pelo d'acqua del canale.

Fra il lago Flemhuder ed il Baltico, ultimo tratto di 12 chilometri, si slancia dall'una all'altra sponda del canale il ponte di Levensau, percorso dalla ferrovia Kiel-Ekernfärde. Da Levensau, ultima stazione del canale, questo prosegue e sbocca nel Baltico, in prossimità di Holtenau a meno di quattro chilometri da Kiel, antica capitale dell'Holstein e oggidì la più importante piazza militare marittima dell'impero, fornita di colossali cantieri e difesa da potentissime fortificazioni.

Oltre agli accennati due ponti fissi, attraversano il canale altri dodici ponti girevoli, sui quali passano varie strade carreggiabili e due ferrovie. E la comunicazione fra le due rive è ancora più agevolata da numerosi puntoni a vapore che traghettano carrozze, carri, gente e bestiame.

Il canale Guglielmo, a livello costante, ha una lunghezza totale di 98 chilometri, la larghezza di 22 metri al fondo e di 65 a fior d'acqua, e la profondità di 9 metri. Vi si possono quindi rincontrare e passar via anche le grosse navi. Per maggior sicurezza, però, quando si tratti di grandi corazzate, si è allargato il canale ogni dieci o dodici chilometri con vasti bacini di eguale profondità, nei quali possono rifugiarsi la navi del commercio per lasciar libero il passo alle gigantesche navi da guerra,

Per la considerevole differenza di livello della marea nei due mari si sono costruite ai capi del canale due chiuse lunghe 150 e larghe 25 metri, mediante le quali, col regolarne le porte secondo il bisogno, s' impediscono le troppo impetuose correnti. Si utilizzarono poi le chiuse anche altrimenti col munirle di fortificazioni.

Il volume dello scavo fu di 68 milioni di metri cubi. Si lavorò di giorno e di notte con un numero variante di operai dal minimo di tremila al massimo di ottomila, e si potè compiere l'immane opera in circa otto anni, spendendo 195 milioni di lire.

Il canale fu inaugurato in giugno del 1895. La sua apertura abbrevia, come accennavamo, notevolmente il viaggio fra i due mari. Tale abbreviazione dal Baltico è di 425 miglia fino ad Amburgo; 323 fino a Brema; 283 ad Emdem; 237 ad Amsterdam, Rotterdam, Anversa, Dunkerque e Londra; di 180 ad Hull, ecc. ecc.

La durata media della traversata del canale fu sul principio di circa 11 ore; poi si ridusse a ore 9.33, e poi ancora, nel 1897-98, a 8 ore e 30, benché le nebbie impedissero la navigazione per 79 giorni; nè i ghiacci recarono alcun ritardo.

Senza tener conto dei bastimenti da guerra, il canale di Kiel è percorso annualmente da gran quantità di navi a vapore e da una maggiore di navi

a vela. Naturalmente la maggior parte sono tedesche, e seguono in ordini di numero le inglesi, danesi, svedesi, norvegesi, russe e olandesi, belghe e francesi.

Nel 1897 le navi furono 9386 con un numero di tonnellaggio di 2 milioni, oltre a 13712 piccoli battelli con un tonnellaggio di 542000. Comparato l'esercizio di quell'anno all'esercizio dell'anno precedente, si ha un aumento di 3148 navi (621000 tonnellate). E un aumento del pari notevole si è andato verificando in seguito.

Ciò nonostante, gl'incassi per il transito, non copersero ancora le spese di esercizio e di manutenzione, essendo molte opere d'arte ancora in costruzione

Il canale Caledonico.

o consolidamento. Basti dire che nel 1897-98 le spese furono di 2,278,000 di marchi e i redditi, benchè di 283000 mr. superiori a quelli dell'esercizio precedente, ascesero a 1,300,000 marchi. Gli sbilanci annuali però non si perpetueranno in eterno, e, dato l'aumento continuo del traffico, non solo si raggiungerà presto il pareggio desiderato, ma si colmerà il gran *deficit* fondamentale. In ogni modo il ricco impero Germanico ci avrà guadagnato lo stesso strategicamente, collegando il canale i due suoi più importanti arsenali: Kiel sul Baltico, e Wilhelmshaven sul mare del Nord, e facilitando così le mosse e l'azione delle sue flotte.

È sperabile però che il nuovo canale, più che a favorire le belliche imprese, serva sempre meglio a sviluppare le relazioni commerciali e ad affratellare i popoli in una perpetua era di pace e di prosperità.

Un altro gran canale navigabile, del quale, ultimati gli studî preliminari il Governo prussiano ha proposto la costruzione e presentato il relativo progetto di legge alla Dieta, è il canale Reno-Elba *(Rein-Elbe kanal o Mittelland),*

che collegherebbe i distretti industriali della Prussia occidentale con le provincie centrali ed orientali. Il Governo fu spinto a far quella proposta dal commercio sempre crescente, tanto che le ferrovie prussiane, per quanto sia grande il loro sviluppo, ormai bastano appena ai bisogni del traffico e al movimento dei viaggiatori; e dal vantaggio che ritrarrebbe dal canale in tempo di guerra.

Tuttavia, la proposta, essendo in giuoco interessi disparati, fu accanitamente discussa nella Camera dei Deputati. La sostennero i rappresentanti della regione renana e della Westfalia, nella maggior parte *liberali*, l'avversarono gli *agrarî* delle provincie ad oriente dell'Elba, i *conservatori*, i *clericali* delle provincie stesse e i rappresentanti dell'industrie slesiane; e il progetto fu rinviato ad una Commissione composta di ventotto membri, che diede un voto sfavorevole alla sua esecuzione. Ora non è certo che la Camera confermi quel voto, e può benissimo avvenire che, per l'influenza della Corte e del Governo il progetto del canale ottenga in seconda e terza lettura una maggioranza sufficiente ad assicurarne l'attuazione. In ogni modo credemmo utile farne un piccolo cenno.

La lunghezza totale di questo canale sarà di 436 chilometri, dei quali 111 sarebbero dati dai bracci minori. Utilizzato l'Ems-Dortmund, dopo una de-

Il canale d'Amsterdam.

viazione verso ostro, attraverserà il Weser a tramontana di Minden (38 m. sul mare), raggiungerà la Leine ad Annover (50 m. sul mare); seguendo quindi la valle dell'Aller, passerà in quella dell'Ohre per sboccare nell'Elba, un po' a tramontana di Magdeburgo (43 m. sul mare). Osnabrück, Hildesheim, Brunswick, e molte altre città, per le quali non passerebbe direttamente il canale, sarebbero a questo ricongiunte per mezzo di bracci allaccianti.

Il canale attraverserà il Weser con un grande *ponte-canale*, mentre una diramazione a chiuse, dopo aver girato intorno a Minden dalla parte di libeccio, si riunirà al fiume, che da qui alla foce sarà interamente canalizzato, di modo che anche Brema parteciperà ai vantaggi del nuovo canale. Raggiunta l'Elba, una diramazione arriverà fino a Magdeburgo, ed un'altra si getterà nel canale di Plaue, mettendo così in comunicazione l'Elba con la Vistola per mezzo dei canali già esistenti fra la Sprea e l'Oder, e fra l'Oder e la Vistola.

Il canale principale e la diramazione avranno uguale sezione e tale da permettere la circolazione a navi di 600 tonn., cioè saranno larghi 18 m. al fondo, 33 al pelo dell'acqua, e profondi m. 2.50.

Il canale d'Ostenda.

La spesa complessiva, secondo il preventivo, sarebbe di 261 milioni di marchi, cioè di circa 326 milioni di lire.

A un'impresa molto più grandiosa pensa la Russia, anzi a due: un canale fra il Baltico e il Mar nero e un altro nientemeno che da Pietroburgo alle Indie. Tutti sanno che in questo secolo la Russia s'è largamente provvista di canali, oltre che di ferrovie. Essi servono di comunicazione fra i principali mari del vasto impero, come il Baltico, il Nero, il Bianco e il Caspio. Il più animato, però, è opera del secolo scorso, ossia il *C. di Ladoga* che, costeggiando questo lago, riunisce il Valkhof con la Neva, a Schlusselburg, dov'è la sua cateratta principale. Secondo la statistica ufficiale, questa cateratta è attraversata annualmente da 25.000 trasporti d'ogni specie, per un valore di 200 milioni di lire. Gli altri principali sono: il *C. del Nord*, che va dal mar Bianco al mar Caspio, e che, incominciato sotto Caterina I, fu compiuto sol-

tanto nel 1820; il *C. di Vychui-Volotchok*, terminato nel 1818, che unisce il Volga col Volkkof e per conseguenza il Volga con la Neva e il Caspio col Baltico; il *C. di Coubensk*, che, congiungendo la Dheksna, affluente del Volga, col lago di Konbensk, stabilisce la comunicazione fra il Caspio e il mar Bianco e per conseguenza quella del Baltico a mezzo della Cheska; il *C. Pietro I*, fra l'Ilavlia, affluente del Don, e la Kamichenka, affluente del Volga, lungo quasi 160 chilometri; il *C. Maria*, disegnato da Pietro il Grande ma compiuto soltanto nel 1808, fra Kovja, affluente del lago bianco, e la Vitegra, affluente dell'Onega; il *C. di Tikhvine*, menato a termine sotto il Regno di Alessandro I, che unisce la Tikhuinha, affluente del Sias, col Volga, a mezzo di parecchi corsi d'acqua, come la Somnia, la Gouronia, la Tehagoda e la Mojoga; il *C. della Beresina*, terminato nel 1801, fra la Duna e il Dnieper; il *C. d'Oginski*, scavato a spese del generale omonimo dal 1765 al 1787 ma restaurato ai primi di questo secolo, ecc. ecc. Oltre ai canali legati al gran sistema della navigazione interna, ve n'è un altro che merita una speciale menzione: il canale che circonda Pietroburgo. Iniziato nel 1805 e terminato nel 1832, ebbe il principale scopo di circoscrivere la capitale al mezzodì, lasciandole la sola entrata per i cancelli, e di offrire un comodo asilo alle numerose barche, che arrivano nell'interno cariche di derrate. L'opera migliore di questo canale è il *Ponte acquedotto di Ligova*, che passa fra le più ardite costruzioni del genere.

Nessuno dei suddetti però raggiunge l'importanza dell'ora progettato canale fra il Baltico e il mar Nero, sul quale conviene fermarsi un po' più a lungo. Nell'immensa estensione della Russia, tra i contrafforti dei Carpazii e le colline del Valdai si trova una depressione, la cui altezza massima è di 120 metri, ed in cui scorrono tre fiumi: la Duna, il Dnieper e la Beresina, suo affluente. L'ing. Defosse, belga, avrebbe trovato il modo di unire agevolmente con un canale navigabile la foce della Duna, a Riga, con la foce del Dnieper a Kherson, seguendo il braccio principale del fiume fino al confluente colla Meritza. Di lì, traversando alcuni laghi, il canale raggiungerebbe la Beresina al lago Pelik, e, tagliati i meandri di questo fiume, proseguirebbe in linea retta fino al confluente col Dnieper. Quindi si creerebbe un lago col favore delle paludi all'intorno. Il canale penetrerebbe in seguito nel letto del Dnieper, lo seguirebbe fino alla foce, mentre un secondo lago regolatore si stabilirebbe al confluente col Pripet.

La lunghezza di questo canale, in linea retta, sarebbe di 1600 chilometri. Nell'intero percorso dovrebbero esser costruiti per lo meno quindici porti. Largo 65 metri alla superficie e al fondo 35, e con una profondità di 8 metri e mezzo, esso sarebbe accessibile alle più grosse corazzate russe. La difficoltà maggiore sarebbe data delle cataratte di Dnieper, fra Karnenka e Jekaterinoslaw. Il lavoro, cominciandosi, *more solito*, in varii punti, richiederebbe per lo meno cinque anni di tempo e assorbirebbe la colossale somma di 800 milioni.

Anche qui, però, l'enorme spesa sarebbe compensata da enormi vantaggi per il commercio, le industrie e l'agricoltura del vasto paese che il canale attraverserebbe. Senza contare l'importanza navale e militare che assumerebbe

per l'immenso stato. Le flotte russe del Baltico e del Mar Nero, che sono, come imprigionate nei loro mari, avrebbero mezzo di comunicare fra di loro senza esporsi ai rischi di un immenso giro intorno all'Europa, evitando le rimostranze diplomatiche per il passaggio a traverso il Bosforo e i Dardanelli. Così, mentre nel Baltico prevale attualmente la Germania, costrutto il canale, le parti sarebbero invertite.

Veduta del nuovo Canale sul Danubio.

Una grande importanza quasi esclusivamente commerciale, avrebbe invece l' altro canale russo da Pietroburgo alle Indie, che sarebbe poi il più lungo del mondo, e che si gioverebbe dei Corsi del Volga e dell' Amu-Daria, e della traversata del Mar Caspio. L'esito di quest'altra gigantesca impresa dipende dalla possibilità di deviare l' Amu-Daria, che ora mette foce nel lago d'Aral, e di ricondurlo nell' antico alveo dal quale sboccava nel mar Caspio.

Una tal via, congiungendo Pietroburgo e il mar Baltico all' Afganistan, aprirebbe alla Russia i mercati dell'India, ad essa finora vietati, e avvantaggerebbe al tempo stesso il commercio di tutti gli Stati d'Europa col più ricco paese dell'Asia. Oltre a ciò il ristabilimento dell' Amu-Daria nel suo primo

Carta della canalizzazione del Danubio fra Vajka e Remete.

letto rapporterebbe la fertilità alle oasi di quella regione e, mediante l'irrigazione, farebbe fiorire l'agricoltura sulle steppe turcomanne.

Dopo l'annessione di Krasnovodsl nel 1896 e la presa di Khiva nel 1873 il Governo russo mandò più Spedizioni su quelle steppe ad esplorare l'antico letto dell'Amu-Daria, e l'idea d'utilizzarlo per la navigazione fu sviluppata nel rapporto della spedizione, diretta da Gloukhowskoi, che studiò quei luoghi dal 1879 al 1884. Nell'agosto del 1896 fu colà inviata una nuova spedizione, comandata dallo stesso Gloukhowskoi, affinchè constatasse le variazioni che avessero potuto avvenire dal 1884 in poi nel corso del fiume, e risolvesse definitivamente il problema di ricondurlo entro all'alveo abbandonato.

Alle prossime generazioni il vanto e il vantaggio di queste opere titaniche. E intanto diamo un fuggevole sguardo agli altri canali già esistenti in Europa come a quelli che più da vicino c'interessano, continuando dal Nord.

Nella Svezia fin dagli scorsi secoli si sentiva il bisogno di far comunicare con un canale interno il mare del Nord con l'Altantico, per sottrarsi fra le altre alla schiavitù della Danimarca che avrebbe potuto tagliarle la comunicazione acquea fra le provincie orientali ed occidentali del regno. Si pensò quindi al fiume Gotha e ai laghi che sono fra Gottemburg e Soderkoeping sul Baltico. Il Gotha che scorre dal lago Wener è navigabile in gran parte del suo corso; ma al punto chiamato Tröllhaetta la navigazione è interrotta da una serie di salti che raggiungono spesso l'altezza di 35 metri. Oltre a ciò esso scorre in un letto di granito che opponeva serî ostacoli all'allargamento del fiume. Si provò a vincere tali ostacoli sulla fine del secolo scorso

ma non vi si riuscì. Nel 1794, una società idraulica credette più opportuno scavare un canale laterale nella roccia tre chilometri dal corso del fiume; e infatti l'impresa fu condotta a termine, in maniera che nel 1800, utilizzandosi il suddetto lago, navigli di oltre 100 tonnellate poterono andare fino a Gottemburg, per il trasporto del ferro, del legname e degli altri prodotti dell'interno. Compiuto il canale di *Tröllhaetta* non fu più messa in dubbio la possibilità di spingere la navigazione fino a Soderkoeping. Il lago Wener fu unito col lago Wetter per mezzo del canale di Gotha; e più tardi, mediante due altri bracci di canali, si raggiunse il Baltico, congiungendo così i due mari. L'opera, che è fra le più distinte d'Europa, condotta a termine nel 1832 dal conte Baltgar di Platen, costò complessivamente 9.142.251 *risdalleri*, ossia lire 52.567.828,25. Tutto il canale, con 69 cateratte che sollevano le acque fino a m. 91.48 sul livello del mare e ve lo riconducono a vicenda, è lungo 375 chilometri e largo m. 26.13 al pelo d'acqua.

In Inghilterra, i primi canali furono costruiti nello scorso secolo. Degni di esser ricordati, fra essi, quello che fu aperto lungo il fiumicello Sankey per circa 18 chilometri; quello da Worsley a Manchester, per il quale il Duca Bridgewater spese immense cure e denari; quello da Manchester a Liverpool, lungo 38 chilometri; quello fra Trent e Mersey, lungo 135 chilometri, e chiamato *Grand Trunk Canal*. Vennero, dopo di questi, intrapresi i lavori di un canale fra Liverpool e Leads, lungo 208 chilometri; di un altro da Birmingham

Danubio. — Le porte di ferro.

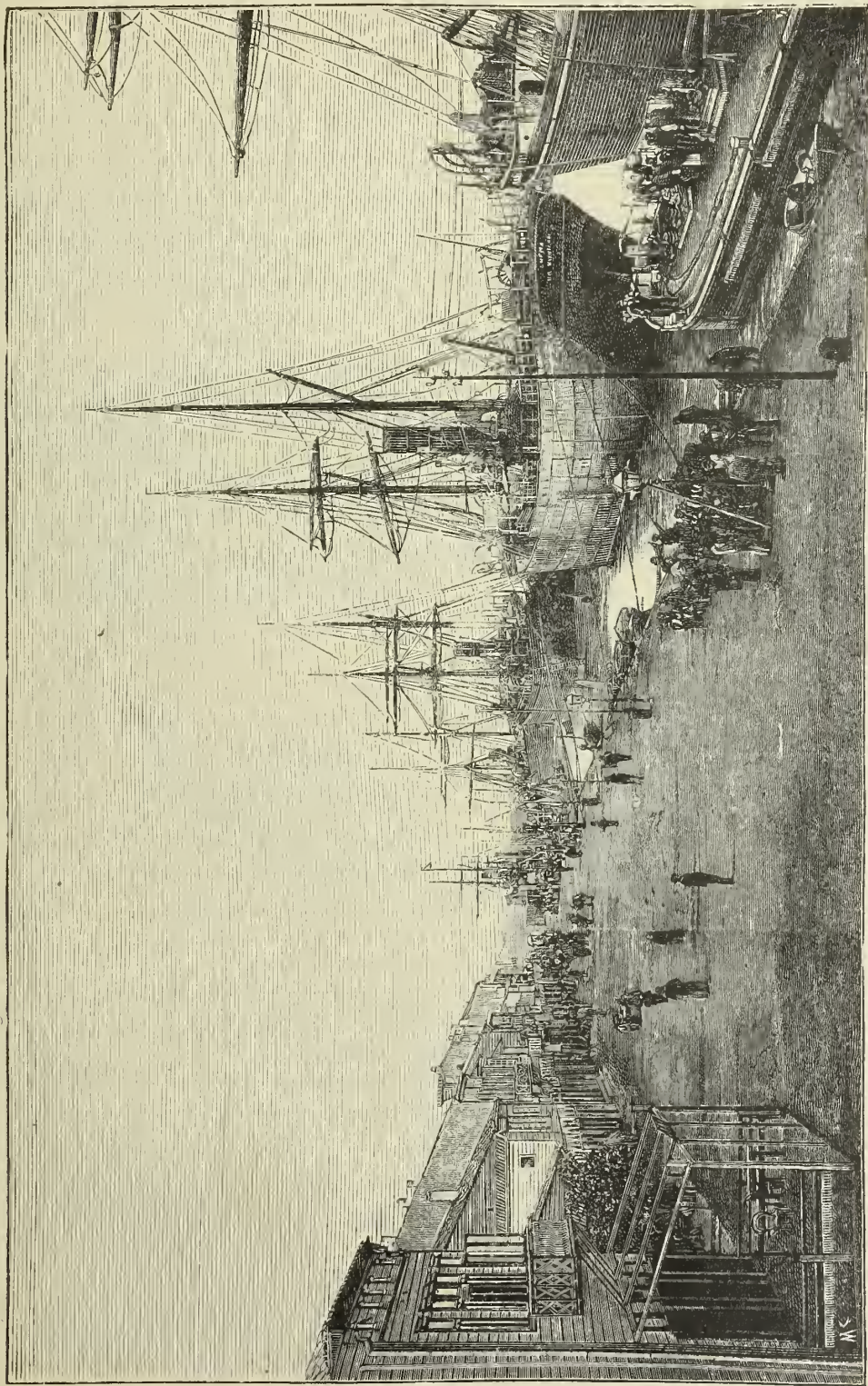
a Fazeley e a Coventry, e di un altro ancora che metteva in comunicazione il Grand Trunk Canal con Oxford e per conseguenza con Londra. Ai primi anni del secolo fu poi compiuto il grande *Junction Canal*, che in linea retta va da Breutford a Brauntston, nel Northamptonshire, dove si unisce con Oxford e altri canali centrali. Lungo 153 chilometri, esso passa per 19 città e ha 101 cataratte. Quasi della stessa lunghezza è il suaccennato canale Oxford, che è attraversato da 250 ponti.

La più grande impresa del genere, nella Granbrettagna, è il canale *Caledonico*, che unisce i mari dell'Est e dell'Ovest della Svezia. Partendo dalla costa scozzese che guarda verso l'Atlantico, presso il forte di William, attraverso i tre laghi di Lochy, di Oich e di Ness, e va fino al Murray-Firth, golfo del mare del Nord. Largo 15 metri al fondo e 36 a fior d'acqua, è tagliato da otto grandi conche o cateratte, lunghe 32 e larghe 12 metri, di guisa che vi possono passare le fregate di 32 cannoni completamente armate. Fu aperto nel 1820 e costò un milione di lire sterline; senza però portare un beneficio corrispondente alle spese. Altri canali ha la Scozia: il più notevole, fra quelli compiuti nel secolo, è il così detto *Canale d' Unione* che partendo dal Canale tra Forth e la Clyde, presso Falkirk va fino a Edimburgo. Fu aperto all'esercizio nel 1822. L'Irlanda ha, infine, due canali importanti: quello da Dublino a Ballinasloc, che ha un corso di 149 chilometri; e quello da Dublino a Tarmonburg. L'ultimo canale aperto in Inghilterra e testè inaugurato è quello di Manchester, lungo 57 chilometri.

L'Olanda ha gran copia di canali navigabili, e si capisce. Essi, data la natura di quei terreni bassi e fangosi, erano le sole vie di comunicazione che si potessero aprire fra i diversi paesi e il mare. I principali sono: il *C. del Nord*, cominciato nel 1819 e compiuto nel 1824; il quale unisce il porto di Amsterdam con quello di Nieuw-Diep, con una linea navigabile dai più grossi vascelli da guerra, lunga 96 chilometri; — il *C. di Zederik*, dove si posero in opera per la prima volta le cateratte dette *a ventola*, che si possono aprire nelle alte acque, mediante la semplice pressione del canale superiore; il C. detto *Zuid Willienit Waast* che mette in comunicazione Bois-le-Duc e Maestricht; e il Canale che dall'Ems va fino ad Harlingen, sullo Zuedersee. Quando gli altri canali minori sono gelati, ciò che accade spesso d' inverno, gli Olandesi vi viaggiano su coi pattini e con certe slitte capaci di carichi pesantissimi.

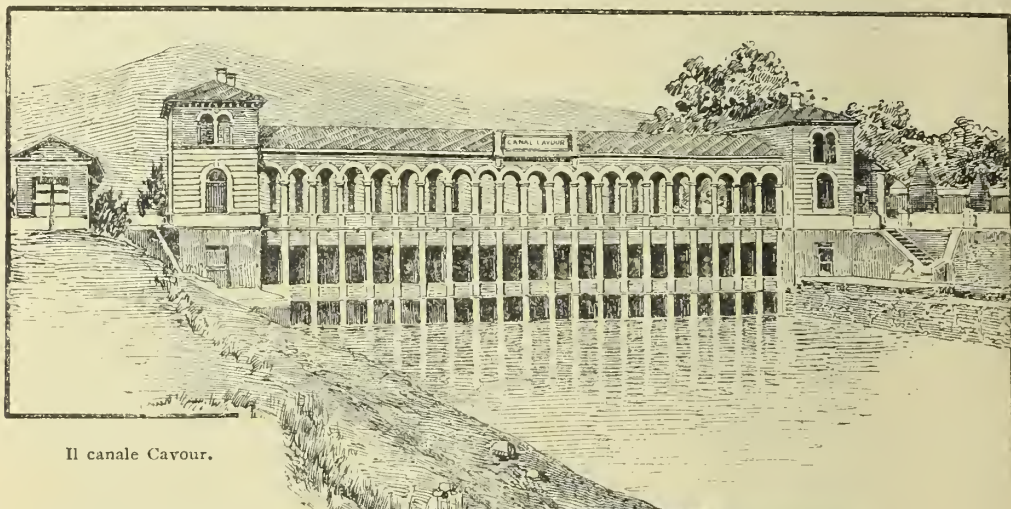
Anche il Belgio ha numerosi canali. Oltre quello di Ostenda, che è fra i più antichi, c' è quello del *Settentrione*, iniziato sotto il dominio francese e compiuto verso il 1877. Esso congiunge la Schelda con la Mosa, o per meglio dire Anversa con Veloo. Vi sono poi; il *C. di Liegi* intrapreso prima del 1830 per unire la Mosa con la Mosella: esso è lungo 250 chilometri ed ha molte cateratte e un passaggio sotterraneo di 2500 metri; il Canale da *Charleroi a Bruxelles* con 55 cateratte; quello da *Bruxelles ad Anversa*, e quello da *Terneuse*, nella Fiandra Olandese, a Gand. Quest'ultimo è notevole per le magnifiche cateratte a ventola e per i grandiosi lavori idraulici.

E scendiamo in Francia. Secondo la *statistica generale*, nel 1837 quello stato aveva 70 canali artificiali: statistiche più recenti fanno salire il numero al centinaio, allaccianti i bacini principali, della Schelda, della Mosa, del Reno, del Rodano, della Gironda, della Loira e della Senna. Una ventina d'anni fa si parlava di un canale colossale, *le Canal du Midi* che avrebbe dovuto mettere in diretta comunicazione la Capitale col Mediterraneo; ma poi i capitali francesi furono attirati altrove, per incagliare nei paludosi fondi del Panama. Ultimamente, per distrarre la corrente commerciale che si dirige verso Genova, fu presentato alla Camera dei Deputati il progetto di un canale de-

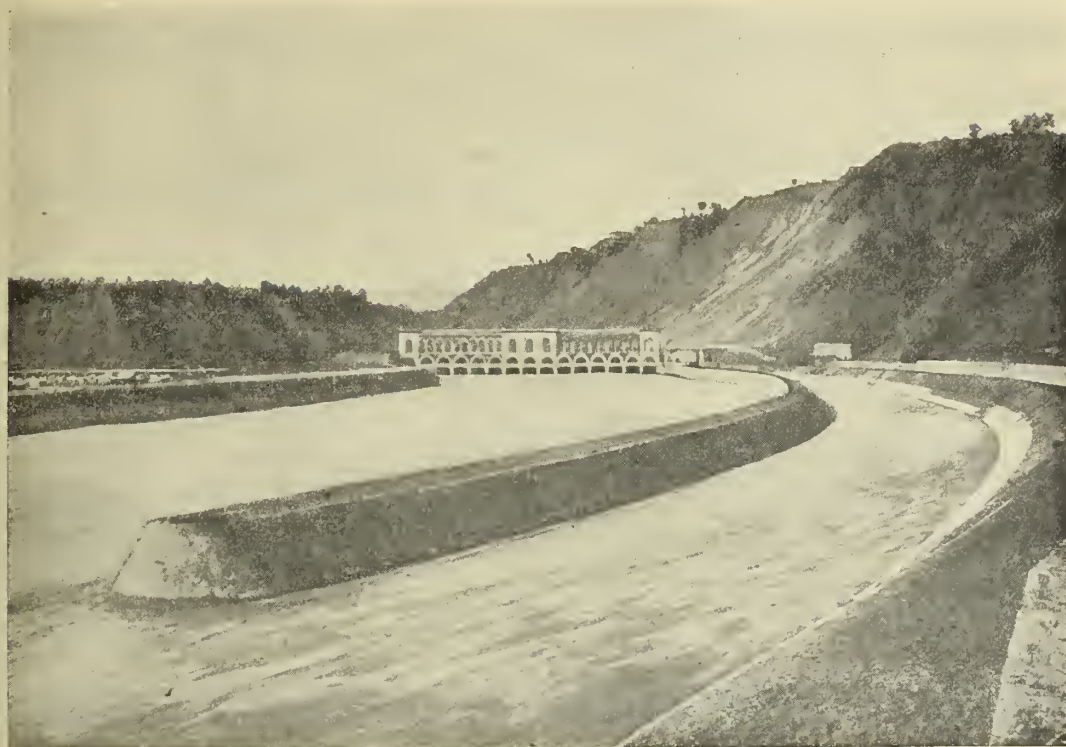
stinato a porre in comunicazione Marsiglia col Rodano, ossia con la rete della navigazione interna della Francia. Non sarebbe più lungo di 54 chilometri,

Inaugurazione del nuovo canale sul Danubio.

ma assorbirebbe oltre 80 milioni, metà dei quali sarebbe pagata dai corpi locali interessati.

Le principali linee interne di navigazione nell'impero Austro-Ungarico, sono il *Franz-Canal*, che unisce il Danubio alla Theis, ed ha una lunghezza di 100 chilometri; il *C. della Bega*, 10 metri più largo del precedente, che unisce la Bega col Temes, nell'Jemeswar; e il *C. di Vienna* che unisce la capitale con Neustadt, nell'Illiria.

Oltre a tali progetti di grande canalizzazione basterà accennare a quello del Danubio iniziato con grande ardimento e con lodevolissima costanza dal Governo Ungherese. In grazia della sua cospicua portata questo fiume, che ha uno sviluppo di 2780 chilometri percorrendo la Germania, l'Austria-Ungheria e la Rumania e mettendo foce nel Mar Nero, è navigabile per gran

Il canale Cavour.

parte dei suoi tratti. Ma in molti punti gravi ostacoli naturali, rappresentati da rapide correnti, rocce a fior d'acqua, ne rendono pericolosa la navigazione; specie presso le sue famose *Porte di ferro*, dove il letto del fiume è ingombro di grandi scogli e il suo corso ha una elevatissima pendenza. Si pensò quindi di regolare il corso del Danubio incanalandolo in maniera da avere una costante larghezza di quasi 300 metri. I lavori furono iniziati nel 1886, limitando il progetto alla costruzione del tratto compreso fra la frontiera austriaca ed il borgo di Deveny, il quale tratto, che ha uno sviluppo di 145 chilometri e che fu inaugurato il 22 ottobre 1893, insieme al canale di Jarfalu costituisce la parte più importante e difficile del lavoro.

Allo scopo di modificare il corso del fiume, nei punti in cui presentava una larghezza superiore ai 300 metri, vennero innalzate alcune dighe piantate sul fondo del fiume e ad una prestabilita distanza; ove invece il fiume non raggiungeva la larghezza voluta si dovettero operare alcuni dragaggi per ampiarla, e si scavarono nuovi tratti del canale attraversando campi, foreste ed isole. Le dighe che furono costruite ebbero una straordinaria lunghezza, ed

Il canale Villoresi.

in un certo punto in cui si trattò di allargare un tratto più ristretto, innalzatele alla larghezza voluta, si cercò di ostruire il corso degli altri tratti, in maniera da obbligare le acque a passare tutte dalla sola apertura loro lasciata, ed in modo da potere ottenere il mezzo di sbarazzare il canale di tutti i materiali compresi fra le due dighe. Attraverso alle dighe furono aperte alcune porte, per le quali l'acqua, uscendo, andava a depositare le materie solide che trasportava nel suo corso in bacini naturali e così si otteneva il doppio scopo di sbarazzare il fondo del fiume e di colmare i bacini. Il tratto del canale designato col nome di *Porte di ferro* è quello che scorre nella pianura Ungherese, aprendosi un passaggio fra i monti che uniscono le montagne della Transilvania a quelle della Serbia. In questo punto il letto del fiume è ingombrato dagli scogli e dai frangenti in maniera da renderne il passaggio pericolosissimo alle navi. Il congresso internazionale di Berlino del 1878 tolse ogni ostacolo politico e finanziario che fino allora aveva impedito la sistemazione di quel tratto e la cui esecuzione in quell'anno fu affidata all'Austria-Ungheria, accordandole anche il diritto di poter percepire tasse di passaggio, allo scopo di rivalersi delle spese incontrate. La lunghezza di questo tratto di canale raggiunge i 2840 metri, la larghezza è di m. 80 e la profondità di tre metri, potendo in tal modo servire solamente al passaggio delle navi di medio tonnellaggio. Nel maggio del 1894 fu inaugurato con grande solennità il nuovo canale di Sulin, scavato fra l'antico canale di Sulina e quello di Kilin allo scopo di attirare una più facile comunicazione fra il Danubio ed il Mar Nero;

esso forma una delle tante diramazioni del canale principale che si seguono in gran numero lungo tutto il suo corso.

E per chiudere coi canali esteri, ricordiamo di volo, come facemmo sin qui, i tre canali principali della Spagna: il *C. Imperiale*, iniziato per l'irrigazione da Carlo V, e che, scorrendo lungo la riva destra dell' Ebro, va da Teudela a Saragozza; il *C. di Manzanares* che da Madrid va a Vacia-Madrid; e il *C. di Murcia* non ancora compiuto, ma che avrà un percorso di 230 chilometri, dal Guardal a Cartagena.

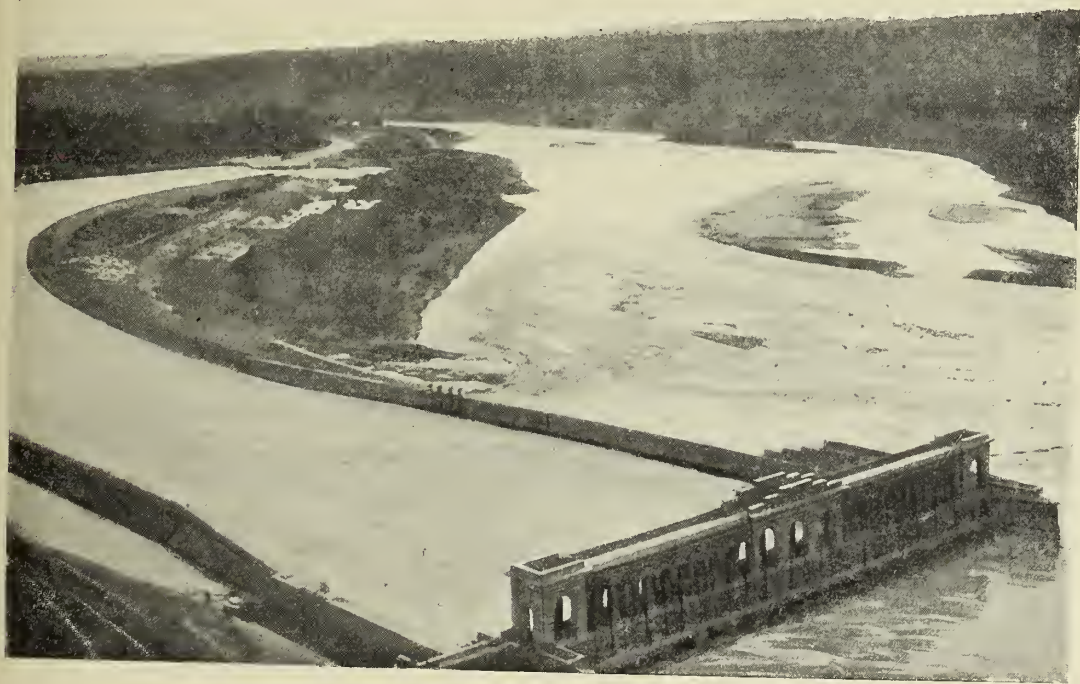
I canali d'Italia sono quasi esclusivamente dedicati all'irrigazione, benchè gl'Italiani sieno stati i primi, in Europa, a progettare e ad aprire vie di navigazione artificiali. Dal 1100 al 1400 si resero navigabili: la Brenta, da Padova a Venezia; il Mincio, da Mantova al Po; l'Arno, da Pisa al mare; il Reno, da Bologna al Prinnaro; il Ticino e l'Adda dal Verbano e dal Lario a Milano. I soli canali derivati da questi ultimi due fiumi, e che sono i più antichi d' Europa, portano un volume costante di acqua maggiore di quella che possano mettere insieme tutt'i canali d'irrigazione del mezzodì della Francia. Essi, pur essendo stati costruiti quando l'idraulica era ai suoi primi vagiti, e pur mancando dei sostegni studiati in seguito, non cessarono mai di adempiere al loro ufficio, fecondando oltre 100.000 ettari di terreni sterili e sabbiosi, che ora sono i più produttivi della penisola.

Il primo sostegno idraulico a conca fu costruito nel 1444, e non già come varii pretendono in Olanda: esso venne a sostituire l'antica pescaia di Viarenna, nel canale interno di Milano. In quello stesso secolo, per opera di Francesco Sforza, coi canali di Bereguardo e della Martesana, fu compiuta felicemente la rete dei canali lombardi che tanta ricchezza dovevano apportare all'attivissima regione.

Ma l'impulso più largo alle opere idrauliche d'Italia fu dato nel XVI secolo, così meraviglioso per la potenza degli ingegni fiorenti nella privilegiata penisola. E Leonardo, mentre schiudeva un nuovo orizzonte alla pittura europea, vinse una difficoltà ritenuta finallora insormontabile dagli idraulici: la congiunzione del canale della Martesana col Ticino; Giulio Romano, tra un affresco mistico e un poderoso ritratto a olio, erigeva le fortificazioni di Mantova e risanava il paese circostante dall'impaludamento del Mincio; San Gallo costruiva la cittadella di Ancona, i forti di Perugia e di Civitavecchia, superando ostacoli che facevano stupire i più valorosi tecnici... E fu in quell'epoca che il genio di tanti illustri fece scorrere artificialmente le acque dei numerosi fiumi per le pianure dell'alta e della media Italia, rendendole attive e prosperose.

Fra quelli aperti o restaurati nel nostro secolo, fa d'uopo citare: il *nuovo Canale di Pavia* che congiunge Milano col Ticino, e apre la comunicazione diretta coi porti di Goro, Chioggia e Venezia, vanto, per le difficoltà incontrate, dagli ingegneri milanesi Giudici, Parea, Brunacci, Fumagalli e Caimi; il *Canale di Pisa* che va da quella città a Livorno ed è il più ragguardevole della Toscana; il *Canale dell'Ombrone*, fatto aprire dall' ultimo Granduca per la coltivazione della Maremma senese; il *Canale Tassoni*, da Moncasale al Po, per la comunicazione con Bologna; quello fra Modena e il Panaro, fra l'Arno

e il Tevere, ecc. ecc. Notevolissimo, fra quelli della seconda metà del secolo, il *Canale Cavour* la cui costruzione fu votata dal Governo Italiano il 25 aprile 1862, per risollevare le sorti agricole del Vercellese, del Novarese e della Lomellina. Questo canale che irriga 127.000 ettari di terreno arsiccio è lungo 82 chilometri e mezzo circa e fu per la prima volta percorso dalle acque del fiume regale il 12 aprile 1866.

Ha principio a Chivasso, sulla sponda sinistra del Po; di lì raggiunge la Dora Baltea, che sorpassa mediante un gran ponte canale di 9 luci da 16 metri l'una; e segue, per circa 18 chilometri una direzione quasi rettilinea

La trincea d'ingresso del canale Villoresi.

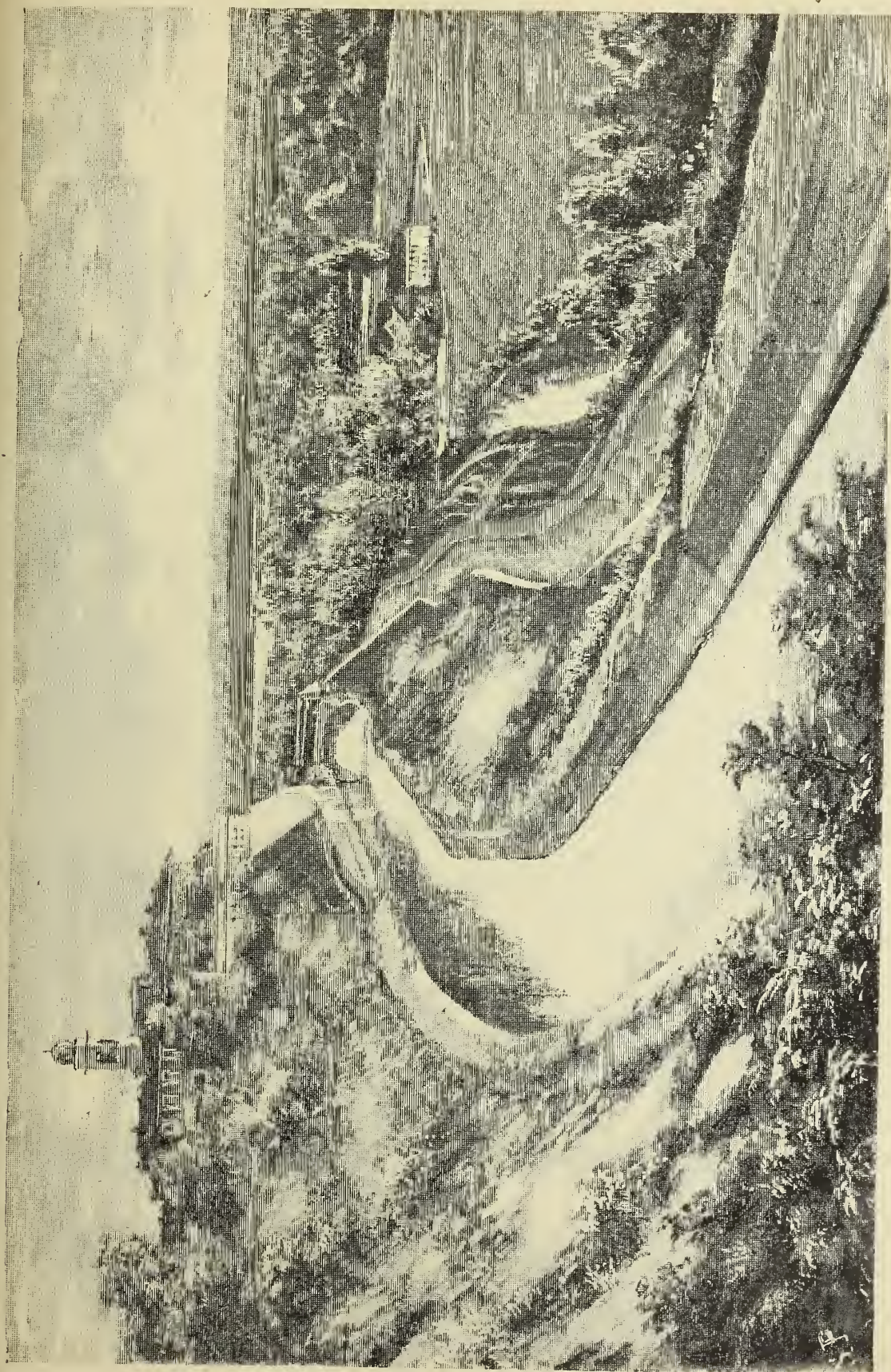
fino alla strada Torino-Novara, che attraversa obliquamente piegando verso settentrione, per oltrepassar poi le linee del Canale d'Ivrea, della strada Santhià-San Germano e della ferrovia Torino-Milano. Incontrato il torrente Elvo, vi passa sotto a mezzo di una tomba a sifone, e per 15 chilometri incontra tante di quelle accidentalità, che fanno di esso uno dei canali più ragguardevoli d'Europa. Dall'Elvo alla Sesia, infatti, occorsero importantissimi manufatti sul torrente Cervo, nella costa tagliata di Villarboit, sui torrenti Roasenda e Marchiazza, e sotto la Sesia, la cui tomba sifone è lunga 265 metri. Seguono altri 15 chilometri poco difficoltosi benchè vi siano varii altri corsi d'acqua, fra cui i torrenti Agogna e Terdoppio, e, sottopassato quest'ultimo, piegando al nord, le acque del canale si gettano nel Ticino.

Tra i manufatti occupa il primo posto la grandiosa presa d'acqua del Po, a Chivasso, e la chiavica di derivazione. L'edificio di presa ha lo sfondo

di 500 metri; la superficie della platea d'imbocco è di 2000 m. q. ed è conterminata lateralmente da muri di sponda fondati sopra un piedritto di smalto. Oltre i ponti-canali e le tombe-sifone sopraccennate, vi sono altre 320 costruzioni secondarie, quali 160 tombe-sifoni, 28 tombe rette ad una o più luci, 60 ponti, 28 ponti-canali, ecc. ecc. Il progetto del Canale Cavour fu compilato dall'ing. Carlo Noè sotto gli auspicii di Camillo Benso, allora ministro delle Finanze torinesi. I lavori furono eseguiti da una società anonima inglese che ha il godimento di 50 anni del canale, dopo i quali lo cederà al Governo italiano.

Fra tanti canali artefatti che solcano le campagne lombarde è di notevole importanza pur quello detto *Villoresi*, inaugurato il 28 aprile 1884. Antica è l'idea della sua costruzione e fu il problema ripetutamente studiato, ma ebbe il milanese Eugenio Villoresi il vanto di scioglierlo nel modo migliore con un progetto finito e di non troppo ardua attuazione. Dopo innumeri difficoltà e opposizioni, egli ne ottenne nel 1868 la concessione, che però a nulla gli valse, poichè, malgrado gl'indefessi tentativi, non riuscì a trovare incoraggiamento nè aiuto dagli enti ai quali avrebbe il canale arrecato un diretto vantaggio; e perciò, dato fondo, in lavori di esperimento, al discreto suo patrimonio e logorata per le continue cure la salute, il dolore lo spense. Fecero nuove prove con eguale insuccesso i suoi figli, finchè la *Società italiana per condotte d'acqua*, nei primordi del 1881, si assunse a suo rischio e pericolo l'esecuzione dell'opera, con la sola sovvenzione di due milioni, uno pagabile dalla provincia di Milano e l'altro dallo Stato, e, studiato e modificato il progetto Villoresi, nel gennaio del 1882 iniziò i lavori e li proseguì alacremente.

Il canale Villoresi, pure prestandosi alla navigazione, aveva principalmente lo scopo d'irrigare il vasto territorio a monte del Naviglio Grande e della Martesana, prendendo l'acqua dal Ticino a 25 chilometri sopra corrente della presa del Naviglio Grande.

Per la presa del canale Villoresi vi ha una traversa sommergibile di calcestruzzo rivestita di granito, lunga metri 290, larga 24, ed alta in modo da elevare di m. 3.75 il pelo dell'acqua in magra, afforzata appiede da una gettata di scogli e fiancheggiata d'ambo i lati da spalloni di ritesto, sicchè il fiume è quivi compiutamente sbarrato. Allo spallone di sinistra sussegue il robusto edificio di presa costruito nella parte inferiore in granito e nella superiore in mattoni e fornito di 30 porte larghe m. 1.50 ed alte 3.25, dalle quali possono fluire 190 metri cubi d'acqua per ogni minuto secondo. Annesso all'edificio di presa trovasi un callone largo sul fondo m. 8.00 e fornito di porte munite d'imposte, per il transito delle barche; e al di sotto dell'edifizio stesso corre per metri 700 il primo tronco del canale con una larghezza all'origine di m. 67.00 che va decrescendo fino a raggiungere quella di m. 43.00, e a metri 400 dall'edifizio di presa s'innesta in esso il callone. Il cennato primo tronco mette inferiormente capo in un ampio bacino, sulle sponde del quale sorgono quattro fabbriche, cioè uno stramazzo lungo m. 72.00 con un salto di m. 4,60, per la misura e restituzione di 120 metri cubi d'acqua al secondo, dovuti agli utenti del Ticino; una conca con relativo canale lungo m. 900, per guidare dal bacino al fiume le barche; una presa d'acqua a stramazzo

Panorama del Canale Villoresi sotto Tornavento, al 12.º Kilometro.

Il tracciato del canale Villoresi.

della capacità di metri cubi 8.00 al minuto secondo, essendo proprietaria di tale derivazione la nobile famiglia Visconti di Modrone; e l'edifizio di presa e regolatore dell'afflusso per il canale Villoresi propriamente detto, il quale edifizio è composto di tre piani e comprende nell'inferiore sei porte munite di imposte di ferro, larghe m. 2.30 ed alte m. 3.00, manovrabili dal secondo piano. Tanto il fondo, che le sponde del canale di presa e del bacino sono rivestiti in muratura di ciottoli della grossezza di m. 0.20, per una totale superficie di m. 40.000. E in più luoghi, dove lo consigliava la deficiente solidità del terreno, precedette la muratura uno strato di calcestruzzo grosso da m. 0.20 a 0.40.

Per i soli sopraddetti lavori bisognarono metri cubi 290.000 di sterzi; m.c. 34.000 di calcestruzzo; m.c. 3200 di murature in pietra da taglio, 1600 in mattoni, 20.000 in pietrame e 80.000 per i rivestimenti di ciottoli; m.c. 3600 di massi grezzi di granito; m.c. 1160 di legname e 325 tonnellate di ferro. E la spesa ammontò a due milioni e mezzo, senza tener conto di quella di 35.000 lire per le opere provvisorie.

Il canale principale Villoresi è lungo 86 chilometri e mezzo. Per i primi 16 chilometri, che comprendono la parte sviluppantesi sulla costa del Ticino e la trincea d'ingresso all' altipiano, serve unicamente alla condotta dell'acqua; e il rimanente, che si prolunga dal Ticino all'Adda, attraversando l'altipiano lombardo, è canale a un tempo di condotta e di distribuzione.

Nel primo tratto, che serve solo alla condotta, il canale ha la larghezza di m. 11.00 sul fondo, la pen-

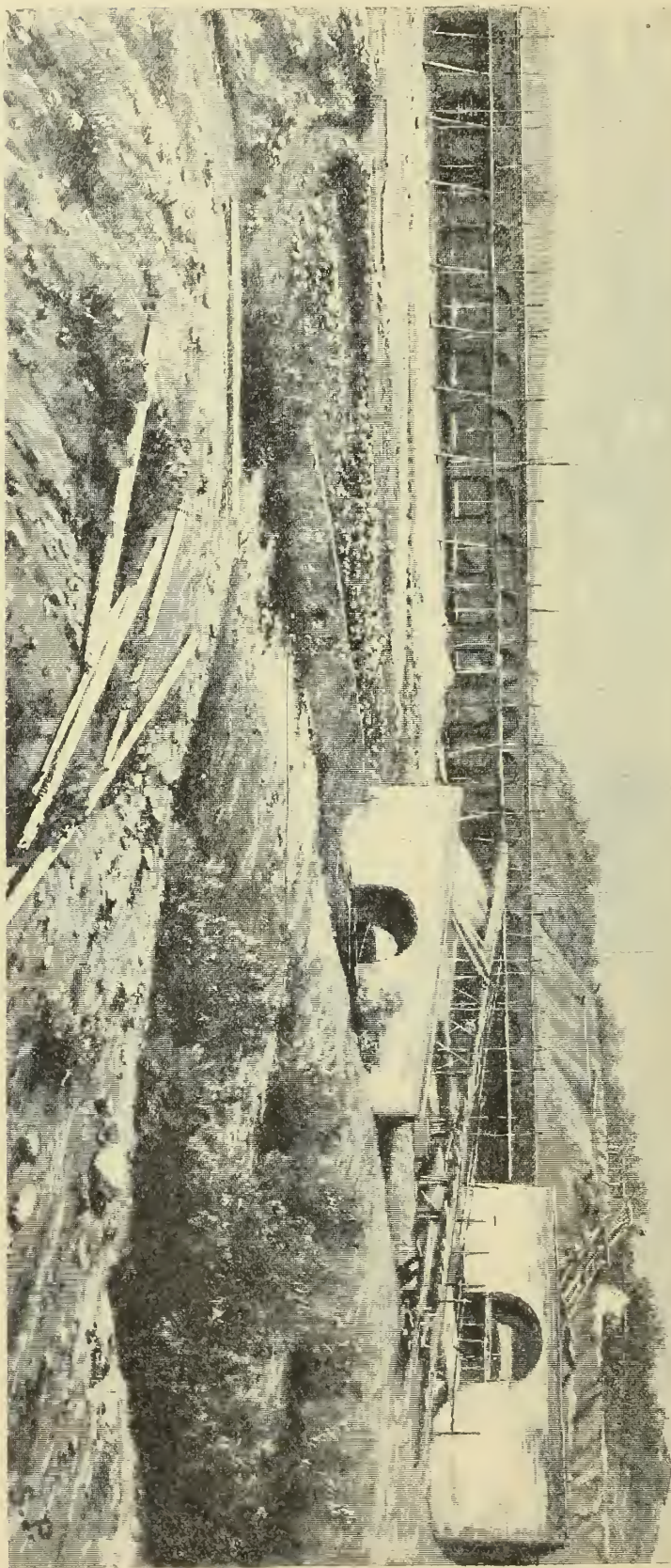
denza di 0.25 per mille e un'altezza d'acqua di 3 metri; e la sua portata è di 50 metri cubi al minuto secondo. Per diminuire in quel tratto le grandi perdite d'acqua che avrebbe causato la natura totalmente alluvionale e permeabilissima del terreno, nel quale si era scavato il canale, si difese questo con un rivestimento di ciottoli o di calcestruzzo e con un intonaco di calce idraulica.

I varî ponti di collegamento delle strade interrotte dal canale sono tutti a travate rettilinee di ferro e a una sola campata di metri 19 di luce. I lavori più notevoli di questo primo tronco furono la trincea di Castelnovate, lunga metri 280, alta metri 27 e larga fra i due cigli metri 91.00, che richiede uno

Il canale industriale del Ticino.

scavo di metri cubi 400.000; il muraglione di Tornavento, lungo metri 80.00, largo in base metri 4.50 ed alto fino a metri 10.00, difficoltosamente eretto su d'un terreno mobilissimo, prima d'iniziare lo sbancamento della costa; e la nuova strada di Oleggio, lunga due chilometri e larga metri 6.00, che dall'altipiano scende alla valle del Ticino e necessitò un movimento di terra di metri cubi 135.000.

Nell'intero tratto rimanente il canale, rivestito per ben 50 chilometri di calcestruzzo, onde impedire le dispersioni d'acqua, si sviluppa quasi sempre a sezione compensata, cioè per metà in escavo e metà in riporto, ed ha la pendenza di 0.15 per mille. La sua larghezza varia diminuendo gradatamente da metri 13.00 a metri 3.50, e l'altezza dell'acqua scende da metri 3.00 a metri 1.50. Nel totale sviluppo s'incontrarono 74 attraversamenti di strade, tre delle quali ferrate, otto provinciali e nel resto comunali, consorziali o pri-

Il canale industriale del Ticino: i lavori.

vate, sicchè bisognarono altrettanti ponti, che vennero costrutti parte ad arco di laterizi e granito e parte in ferro; e 58 attraversamenti di fiumi e d'altri corsi d'acque pubblici o privati, che si dovettero attraversare con ponti-canali o con tombe a sifone.

Dal canale principale hanno origine 20 derivazioni per canali secondari e 79 per irrigazioni dirette. I canali secondari hanno una complessiva lunghezza di 158 chilometri, e per 25 chilometri sono rivestiti di calcestruzzo. La condotta dell' acqua dai suddetti canali ai terreni da irrigare si effettua col mezzo di canali *distributori*, la lunghezza totale dei quali ammonta a 700 chilometri, e col mezzo di *adacquatrici* che hanno un complessivo sviluppo di 1500 chilometri. E la vasta rete va ognora aumentando.

Il fatto che la massa d'acqua rifluente nel Ticino dallo stramazzo sul bacino del canale Villoresi avrebbe potuto fornire all'industria una

forza di circa 30.000 cavalli invogliò la *Società italiana per condotte d'acqua* a trovare il modo di profittare di cotanta energia fino allora inutilizzata e in seguito a ciò l'ingegnere Cipolletti, vicedirettore della Società, propose di fare scorrere nei primi 14 chilometri del canale Villoresi, convenientemente ingrandito, i 65 metri cubi d'acqua spettanti al Naviglio Grande, e di restituirli a questo presso il suo incile a Tornavento, dopo aver creata una caduta di metri 39 e con' essa una forza di 34.000 cavalli. La Società diede poi, nel 1891, l'incombenza di sviluppare l'idea del Cipolletti all'ingegnere Carli, che fece un progetto di massima da presentare al Ministero. Ma tre gravi difficoltà ostavano all'esecuzione di quel progetto, una tecnica, ed era l'ingrandimento del canale Villoresi senza interromperne l'esercizio, un'altra finanziaria, richiedendo l'opera una spesa di circa 15 milioni, e la terza amministrativa, trattandosi di mettere in comune per 14 chilometri un canale d'irrigazione con uno industriale, la qual cosa avrebbe suscitato delle vive opposizioni. Ma succeduto al Cipolletti l'ingegnere Schiavoni, questi si offerse di esaminare il progetto Cipolletti-Carli, per vedere se si potesse modificarlo in maniera da diminuire di molto la spesa, pur producendo una forza rilevante; e le sue ricerche riuscirono a buon fine.

Secondo il progetto Schiavoni si doveva scavare un canale navigabile a destra e accosto al canale Villoresi, lungo circa 6 chilometri, e immettere in esso 55 metri cubi d'acqua al minuto secondo, ricavandoli dal bacino di presa. Il nuovo canale metteva capo allo sbocco della trincea di Castelnovate, e si divideva quivi in due rami, uno dei quali, proseguendo fino al Ticino nella direzione del tronco precedente, serviva alla comunicazione barchereccia col fiume, mediante due coppie di conche; l'altro, lungo poco meno di 300 metri e costituente il canale industriale, consisteva in un ponte-canale formato di robuste arcate in muratura e destinato a tradurre l'acqua nel *bacino di presa per le turbine*, ciascuna delle quali avrebbe sviluppata la forza di 2000 cavalli effettivi. Dopo aver agito sulle turbine l'acqua si scaricava in un canale collettore che la guidava a quello di distribuzione delle barche e quindi al Ticino. Il muraglione di spalla sul lato sinistro del bacino era forato da varie aperture costituenti un lungo sfioratore, col mezzo del quale, quando erano chiuse le porte di presa per le turbine, si poteva smaltire in tutto o in parte l'acqua del bacino, che si riversava in una vasca e passava da questa, per un canale murato di scarico, nel canale di restituzione delle barche e da questo nel fiume.

Non poche difficoltà si presentarono al momento di attuazione di questo nuovo ramo, formante il canale industriale propriamente detto, per quanto esse di già eransi affacciate nella mente del valoroso ingegnere progettista. Le costruzioni in acqua, eseguite con tutti i moderni sistemi che l'ingegneria idraulica ha riconosciuti i più opportuni ed i più resistenti, dettero non poco a pensare, poichè l'acqua del canale principale s'immetteva nel suo derivato con tale violenza da richiedere una resistenza di costruzione enorme, in maniera da poter vincere la pressione eccessiva esercitata dall'acqua sulle nuove costruzioni. Fu tagliata quindi, quasi parallelamente alla zona in cui scorreva il canale Villoresi, una nuova zona di media larghezza, la quale, attraversando

le ubertose campagne nelle vicinanze di Castelnovate e percorrendo il pittoresco tratto di territorio che si estende fino all' incontro del Ticino, le cui acque furiose apportano la rigogliosa vita vegetativa alla sconfinata pianura che si estende lungo il suo corso, ad esso si riuniva.

Gli scavi furono eseguiti con una certa facilità servendosi del piccone e di perforatrici, ma il terreno si presentava friabile e poco compatto, sicchè si risentì il bisogno di arginarlo, facendo uso di costruzioni in calcestruzzo.

Il ramo occupato dal canale industriale propriamente detto richiese maggiore solidità di costruzione, essendo, come innanzi abbiamo accennato, costituito da un ponte-canale, le cui arcate poggiavano su solidi pilastri, i quali si sprofondavano per parecchi metri al di sotto del livello ordinario del fondo del canale medesimo. Si dovette dare perciò a tali pilastri una eccessiva solidità per poter resistere alla pressione ed all'urto continuo dell'acqua.

I lavori progrediti enormemente solamente nel breve termine di pochissimi anni, fanno prevedere la prossima fine di quest'opera importante, la quale segnerà uno dei progressi più eminenti ottenuti in tal genere di costruzioni a scopo industriale.

La Società, fiduciosa di conseguire, con l'esecuzione del progetto Schiavoni, il vantaggio del pubblico e il proprio, non esitò a dar mano ai lavori che, già molto inoltrati, saranno fra breve compiuti e daranno un novello e proficuo impulso all' industria.

PORTI E FARI

I progressi commerciali e l'utilità dei porti — L' antico *quai* d' Anversa e il suo porto — La grande diga — Cherbourg e la spaventevole tempesta del 1808 — Il porto militare di Biserta — Altri porti della Francia: Le Havre; Marsiglia; Bordeaux — Il porto di Trieste: e di Amburgo — Il porto di Liverpool — Il porto di New-York; il Passo di Hell-Gate; il progetto Newton; il perforamento dell'isolotto; le gallerie; le mine; l'inaugurazione; lo scoppio — I porti d'Italia: Genova; il molo vecchio ed il molo nuovo; l'offerta del duca di Galliera; il progetto del Consorzio — Il porto di Spezia; di Taranto; di Venezia — Napoli ed il molo trapezoidale — La necessità dei fari; gli antichi mezzi di illuminazione; il faro di Ar-Men; i pericoli e la difficoltà dei lavori — Il faro de la Palmire — Il faro dell'isola di Buda — I fari galleggianti; i *light-vessl;* la statua della Libertà a New-York e la proclamazione dell' indipendenza degli Stati Uniti.

Il vapore applicato alla navigazione ha dato, in questo secolo, un grandissimo impulso alle costruzioni marittime, nella guisa stessa onde l'applicazione ferroviaria fece sorgere le grandi stazioni sulle quali passammo di volo in uno dei precedenti capitoli. I progressi sul mare non potevano che essere subordinati a talune opere, atte a facilitare il movimento dei vasti palazzi galleggianti, e s'ebbero così nei porti i mirabili lavori di caricamento e scaricamento, le dighe, i *docks* o bacini di carenaggio, i *quais*, i fari e un' altra dozzina di grandi apparati, pei quali la meccanica spiegò tutta la sua stupefacente genialità titanica. Accennato quindi alla navigazione e discorso delle grandiose vie artificiali, ci sembra indispensabile occuparci delle altre imponenti costruzioni, in ispecial modo di quei porti e di quei fari che sono tanta parte del movimento marittimo contemporaneo.

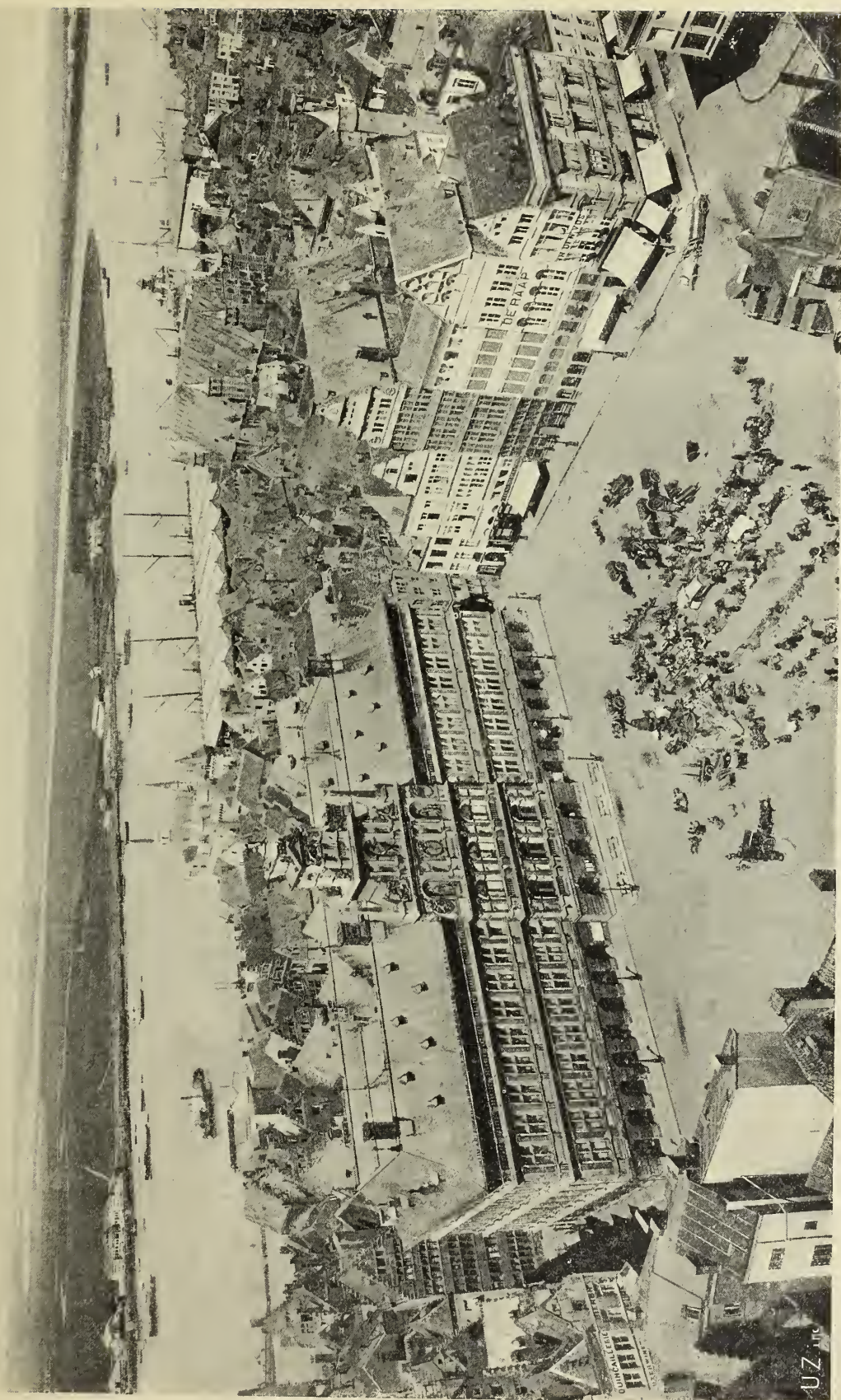
È da tutti risaputo come il più grandioso porto del mondo sia quello di New-York, il vastissimo e complesso porto della vastissima e complessa metropoli degli Stati Uniti. In Europa invece il porto più importante per ampiezza, per imponenti costruzioni idrotecniche, e fors'anco per animazione, appartiene a un piccolo stato interamente dedito al commercio: al Belgio. La città di Anversa deve infatti tutto l' attuale sviluppo commerciale al suo porto, nel quale centinaia di bastimenti e di piroscafi approdano quotidianamente, scaricando sulle numerose banchine migliaia di tonnellate di merci, destinate al gran commercio dei mari del Nord e dell'Oceano.

L' antico e pittoresco *quai* di Anversa, dove si accumulavano nel loro tipo originale interi eserciti di baracche destinate agli ufficî marittimi; dove si riuniva una popolazione cosmopolita e di tutte le classi sociali, ivi accorsa per godere il pittoresco panorama, è oggi completamente sparito, e alle antiche baracche dipinte a vivi colori si son sostituiti i maestosi magazzini di deposito; alla folla cosmopolita è successa una immensa legione di individui che sembrano morsicati dalla tarantola, la quale si agita, si muove, si scalmana, vocia, suda, e mai non resta: è la folla dei lavoratori, degli scaricanti, di quelli che fanno il grande ed il piccolo commercio, frammisti a capitani di bordo, ad armatori, a marinai mercantili di ogni nazionalità, parlanti ognuno una lingua diversa: al pittoresco è successo il grandioso, alle passeggiate lungo il mare, l'intersecarsi in una vasta rete complessa di cento locomotive e di tutti gli altri mezzi di trasporto che le società moderne hanno saputo utilizzare.

Fabbricata a quasi venti leghe dall'imboccatura della Schelda, nel punto in cui questa misura una larghezza di quasi 600 metri, Anversa offre alle navi che entrano nel suo porto, con una sicurezza senza pari, il mezzo di comunicazione con tutti i paesi dell'Europa Continentale. L'antica gloria di Anversa, la sua ricchezza, la sua prosperità ebbero nondimeno un periodo retroattivo di avanzamento, segnato dalla dominazione straniera. L'epoca del dispotismo esercitatovi dal duca d'Alba fu la causa principale dell'allontanamento della popolazione facoltosa: in seguito, nel 1576, il saccheggio della città, e nel 1583 la lotta contro il duca Alessandro di Parma, la perdita del commercio sulla Schelda con gli Stati del Nord unitisi fra di loro, e in ultimo la conclusione del trattato di Westfalia, produssero la rovina di quella prosperosa città, riducendone la popolazione a 55.000 abitanti, mentre ne contava in addietro oltre 125 mila.

Nel 1795 il trattato di pace concluso fra l'Olanda e la Repubblica Francese diede ad Anversa il mezzo di poter riacquistare l' antica ricchezza e di riguadagnare il monopolio commerciale della Schelda che tanti paesi per parecchi anni avrebbero voluto usurparle.

Napoleone I ebbe la geniale idea di fare di Anversa il primo porto di guerra dell'Impero, mediante la costruzione del grande e del piccolo bacino; alla morte dell'eroe, però, essendo caduto il Belgio sotto il giogo dell'Olanda, questa pensò subito a paralizzarne il progresso marittimo, per non contrapporre una temibile rivale al commercio di Amsterdam. Salito al trono Leopoldo I, contribuì allo sviluppo del vecchio porto di Anversa, il quale nel brevissimo spazio di un ventennio era diventato insufficiente ai bisogni del gran commercio riconquistato dalla città.

Il tonnellaggio delle merci che ordinariamente giaceva sulle banchine era infatti quattro volte superiore a quello di Liverpool, raggiungendo in un anno la somma considerevole di più di cinque milioni di tonnellate. Accresciuto il movimento marittimo e con esso il gran commercio, si credette indispensabile, per la prosperità del paese e per la sua importanza, la costruzione di un nuovo porto, avvalendosi di quello già esistente e già di molto ampliato con la costruzione di nuovi bacini, quali quello del *Kattendyk*, quello *aux Bois*, quello *de la Campine*, quello del *Canal*. Non offrendo però la città suolo

Il Porto di Anversa.

sufficiente nel quale si potesse scavare un porto tale da rispondere alle esigenze del momento, si potè utilizzare la vasta foce della Schelda, riducendola in porto e abbattendo l'antico *quai*, il *Werf*, i vecchi canali e tutte le costruzioni diverse che lo costeggiavano, per ricostruire quelle colossali dighe, sulle quali poi sorse tutta la città commerciale.

A cotesto progetto gigantesco non poche difficoltà si opponevano e prima di tutte la trasformazione del bacino fluviale in porto. L'altezza media della

Porto di Anversa: Il quai.

marea che ad Anversa è superiore ai quattro metri, elevandosi in casi eccezionali fino a sette, rendevano difficilissime le costruzioni subacquee, tanto più per la gran massa di acqua che il fiume immette nel porto e che durante il flusso della marea è calcolato a quasi cinquantacinque milioni di metri cubici, che si innalzano con una forza di m. 1,80 al minuto secondo. Si doveva quindi opporre a tanta forza un genere di fondazione che potesse resisterle, e costruire le banchine con una profondità di 8 a 12 metri al disotto del livello dell'acqua nei punti più bassi, e in modo da emergere di sei metri dal livello dell'acqua nei momenti di alta marea.

Per la costruzione di tali gigantesche banchine occorsero 375,000 metri cubici di mattoni, 25,000 m. c. di pietra di Sognies e due milioni e mezzo di m. c. di materiali occorrenti pel riempimento. Il muro che resta a contatto

Immersione di una cassa conica ne porto di Cherbourg.

dell'acqua ha un'altezza di metri 14,65: è fatto di mattoni con rivestimento di pietra di Sognies; alla base misura 7 metri di spessore e nella sua parte superiore solamente 2 metri. La sua fondazione propriamente detta, in acqua, ha una base di 9 m. ed è immerso fino a 12 e a 13 m. a seconda della natura ineguale del suolo, rinforzato da ben tre contrafforti nel tratto del bacino del Kattendyk, dove raggiunge la massima profondità. A causa del fondo del fiume di natura sabbiosa, della forza della corrente e di quella della marea, questi considerevoli lavori di costruzioni idrauliche furono eseguiti con un sistema speciale composto di grandi cassoni metallici ad aria compressa, forniti di una camera di lavoro, di un gran tubo a foggia di pozzo occorrente per la discesa degli operai, pel passaggio dei materiali e per la immissione dell'aria compressa. I cassoni venivano fissati sul fondo mediante una tura, costituita da una grande cassa di latta, del peso di 200 tonnellate. La sua parte inferiore era munita di una galleria esteriore di forma circolare, nella quale si penetrava per mezzo di cammini ed avente per scopo di adagiare il cassone al di sotto dell'acqua. L'operazione era completata mediante ponti galleggianti, i quali servivano per regolare la manovra dei cassoni e delle ture ed erano rappresentati da due battelli in ferro e muniti di tettoie: da essi pendevano delle solidissime catene, alle quali erano sospese le ture, che potevano elevarsi ed abbassarsi mediante apparecchi di leve di eccezionale potenzialità. Le ture venivano fissate sui grandi cassoni, nei quali per mezzo del pozzo-condotto penetravano gli operai nella sala da lavoro, e, quando il cassone era bene a posto, facendosi manovrare le catene del ponte galleggiante, la tura veniva distaccata dal cassone e poteva essere ricondotta al disopra della superficie dell'acqua.

La diga costruita con tale sistema, costeggiando la riva della Schelda ha una lunghezza di 5,600 metri. Oltre a questa, vi sono altri 41 piccoli bacini, da servire per l'entrata di piccole navi, le cui banchine prese insieme hanno una estensione di sei chilometri e mezzo.

I lavori del Porto di Anversa, che, come accennammo, è il più frequentato d'Europa, inaugurati con grande solennità nel luglio del 1885, all'epoca dell'esposizione universale di Anversa, furono felicemente completati nello spazio di pochi anni, ed oggi, accresciuto sempre più il suo commercio e la sua ricchezza, questa città non ha più nulla a temere dalla vicina emula Amsterdam, che ne è rimasta quasi schiacciata.

Con la diga di Anversa, rivaleggia quella non meno famosa del porto di Cherbourg, sia per la lunghezza che per le difficoltà superate nella costruzione. Il progetto di tale diga non appartiene al nostro secolo, poichè fin sotto il regno di Luigi XIV in Francia si era sentito il bisogno di fare di Cherbourg una piazza forte di primo ordine da contrapporre al gran porto inglese di Portsmouth, che dalla sua enorme avanzata pareva volesse minacciare continuamente le coste francesi. L'ingegnere Vauban fu incaricato di compilare un progetto tracciando le linee principali dei lavori che dovevano dare seguito poi nel nostro secolo a quelle opere meravigliose che fanno di Cherbourg un porto reputatissimo. Recatosi sul posto, il Vauban dopo lunghi studii ed alcuni lavori preliminari che fu necessario eseguire, stabilì che condizione necessaria per il porto progettato era la costruzione di una diga della lunghezza di non meno di 600 tese. Il progetto del Vauban non potette essere eseguito a causa delle spese considerevoli alle quali si andava incontro.

Il re Luigi XVI risentì il bisogno del suo predecessore di opporre al mostro della Britannia, che maestoso troneggiava nelle acque della Manica, un punto di appoggio per le navi francesi; le quali allora non avevano nessun sicuro approdo sulle coste del nord. Il progetto ideato in proposito ebbe infatti per iscopo la costruzione di un porto che potesse riuscire di asilo momentaneo alla squadra francese per rifornirsi dei materiali di cui abbisognasse e di tenersi pronta in caso di guerra a scagliarsi contro il nemico. Furono subito iniziati i lavori di costruzione di due fortezze, e così Cherbourg che non era rappresentata se non da una baia di quasi 4000 metri di lunghezza, soggetta a tutti i venti del nord e dell'ovest, situata fra due promontori, dove si ergeva la piccola città omonima di soli 8000 abitanti, con un piccolissimo porto in cui le navi da guerra non potevano entrare, all'epoca in cui cominciarono i lavori, Cherbourg incominciò a prendere un nuovo aspetto e la costa sabbiosa e senza profondità che si estendeva al suo lato est, e l'enorme banco di sabbie e di rocce scomparvero di mano in mano, per dar luogo a un'isola artificiale larga più di 150 metri alla base.

I lavori furono affidati all'ingegnere Cessar, il quale ideò la costruzione in terra ferma di grandi massi artificiali sotto forma di cassoni conico-tronchi, i quali in numero di 80 messi nel mare avrebbero formato il fondo della diga, disegnando un sistema di piccole montagne sottomarine. Questi enormi cassoni sprovvisti di coverchio avevano la lunghezza di 124 piedi e, calati in acqua, la parte conica si conficcava nel fondo del mare: il loro interno

veniva riempito da pietre di ogni dimensione. Sembrava così di aver raggiunto lo scopo; ma in un giorno di tempesta, le onde del mare, infrangendosi contro quegli scogli artificiali, si elevarono all'altezza di venti o trenta metri e portarono via tutte le pietre contenute nei cassoni. Dietro questi cattivi risultati, il sistema conico fu del tutto abbandonato.

In seguito, il governo francese affidò l' incarico dellle nuove costruzioni al capitano di vascello de la Brettonnière, il quale pensò di costruire la diga facendo cadere in posti determinati massi di pietra granitica senza cemento idraulico nè alcun' altra materia di coesione. La marea fece prendere a quei

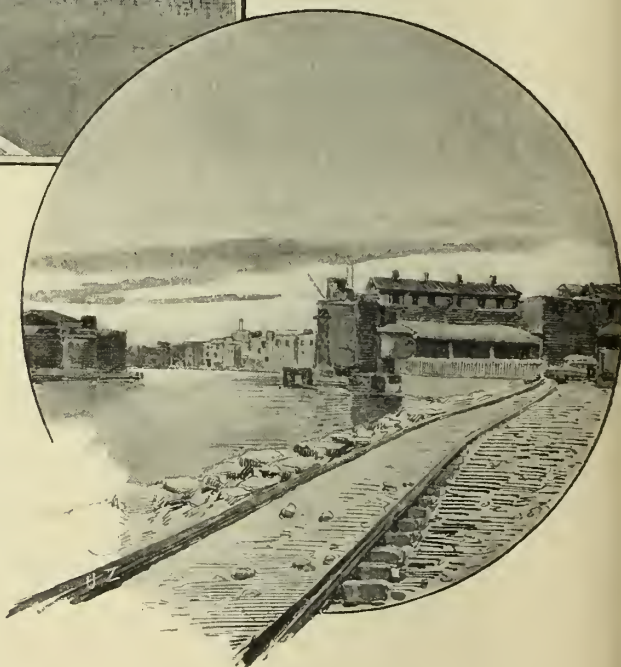
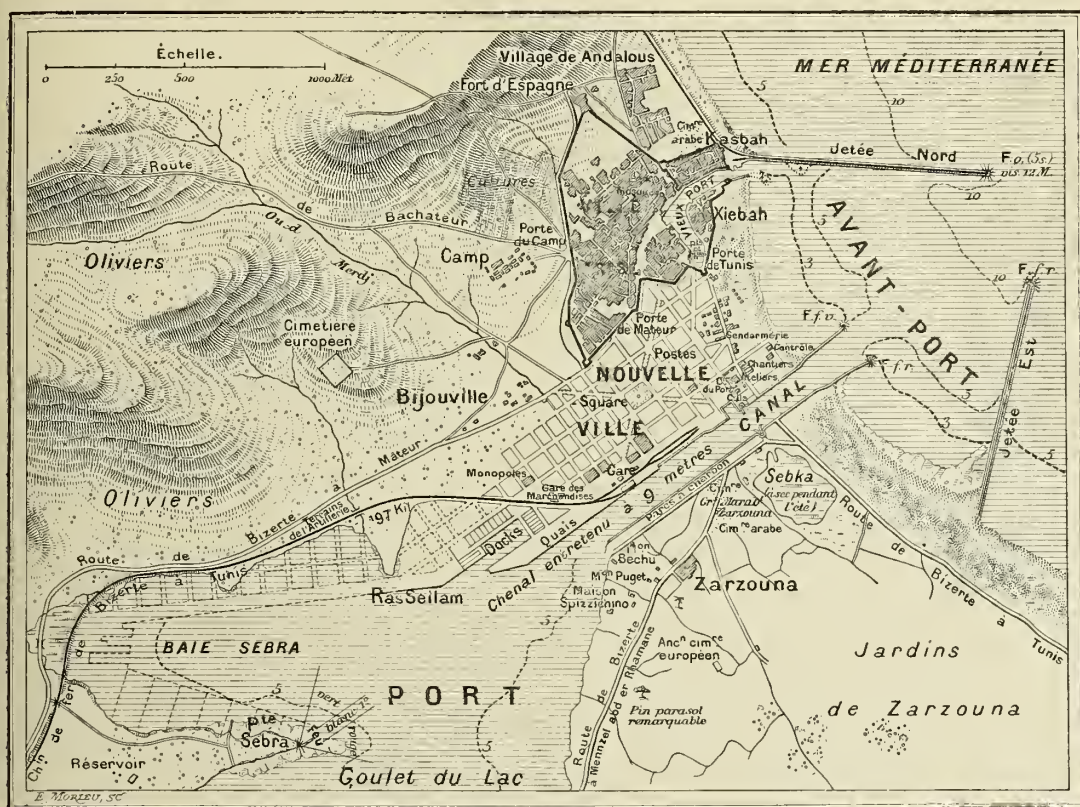
Cherbourg: Il bacino e il forte di Roule.

massi la stessa inclinazione del fondo del mare, fissandoveli, ed essi si resero fra di loro compatti mediante le incrostazioni calcaree marine e le alghe di cui furono ben presto ricoverti, acquistando la consistenza di una roccia allo stato naturale. Durante la rivoluzione francese i lavori furono interrotti per essere ripresi il 1802 allo scopo di completare la gettata sottomarina e di costruire su di essa un muraglione di un'altezza sufficiente perchè non fosse invasa e distrutta dall'avanzarsi dell'alta marea. Questi lavori furono completati disponendo gli uni accosto agli altri massi di pietra della grandezza di 20 a 25 metri cubici ognuno; su questa solida base furono costruiti parapetti e terrapieni in mattoni rivestiti esternamente di pietra viva, lavori completati nello spazio di ben sei anni. Ma nemmeno tale genere di costruzione potette resistere alla forza invadente del mare: in ogni tempesta i blocchi restavano fortemente scossi e si allontanavano gli uni dagli altri, seguendo lo spostamento di livello del suolo sottomarino. Nel 1808 una spaventevole tem-

pesta distrusse repentinamente ogni cosa. La nota scrittice francese di Nanteuil, nella storia del porto di Cherbourg, descrive a vivi colori la terribile scena svoltasi nella notte del 16 febbraio. Un brusco soffio di vento da nord-ovest a nord-est, ed ecco l'uragano a intorbidare il cielo dianzi sereno, il mare poche ore prima in perfetta calma. Fu così che trecento uomini, fra soldati ed operai, ricoverati nelle casematte costruite nella diga, videro giungere inaspettatamente la morte, senza alcuna via di scampo. Le onde mostruose e formidabili, elevandosi ad altezze di parecchi metri sulla diga, travolsero le casematte trasportando nel loro impeto, insieme con que-

Biserta: Veduta del vecchio porto.

gl'infelici, gli enormi massi rocciosi che andavano rotolando a cadere nella baia, a parecchi metri dalla diga. Dalla terraferma non potea neppure pensarsi a soccorrere i morenti, le cui grida erano smorzate dagli urli delle onde furiose, dal vento e dagli scrosci dei tuoni.

Quando apparve la luce del giorno rischiarando il luogo del disastro, la diga era pressochè interamente sparita sotto le onde che continuavano a distruggerla, arrivando furiose dall'Atlantico, sebbene il vento si fosse alquanto calmato. E quando il sole diradò le spesse nubi, donne e fanciulli, aggrappati sulle rocce di Chantereyne, incominciarono ad intravedere avanzi di ogni sorta sulle acute rocce coperte a metà di materiali che il mare vi apportava. Una corrente vi apportò alcuni cadaveri che la marea discendente mise a secco scovrendoli l'uno dopo l'altro e tutti orribilmente mutilati. A mezzogiorno si contavano già duecento cadaveri e le onde ne apportavano sempre altri. Si sapeva che insieme con gli operai del cantiere eran sulla diga alcuni poveri soldati; non essendo costoro del paese, nessuno piangeva per essi, sulla riva. Ma gli operai erano i figli, i mariti, i padri di quelle donne e di quei fanciulli, le cui grida dominavano gli urli del mare. Tutti cercavano, sollevando quelle teste trasformate, quelle membra coverte di ferite, non per riconoscerli, ma per avere ancora una speranza. Qualcuno poteva essere scampato e qualche

moglie, qualche madre sperava contro ogni speranza. Durante il giorno il vento ed il mare si calmarono alquanto ed alcune imbarcazioni partirono alla volta della diga sotto la direzione di un ufficiale di marina, bordeggiando lestamente allo scopo di giungere al luogo della catastrofe. La diga aveva ri-

Cartina del porto e del canale di Biserta.

preso il suo antico aspetto senza alcuna traccia dei lavori compiuti: poche ore erano bastate per annientare l'opera di sei anni.

« Cadeva la notte quando incominciarono a scoprirsi i fuochi delle imbarcazioni che luccicavano nella rada, poichè, avendo vento contrario, erano spinte l'una contro l'altra. Esse avevano l'ordine di accostarsi al porto e benchè l' ora della chiusura del cantiere fosse da molto tempo trascorsa, le sue porte restarono aperte alle famiglie degl'infelici che venivano a conoscere definitivamente la loro sorte. Infine la prima imbarcazione, comandata da un sottotenente, arrivata presso ad una scala, può toccare la terra; i soldati spingono indietro la folla, l'ufficiale e il direttore della capitaneria del porto incominciano ad avanzarsi, l' uno dietro l'altro; ognuno degli astanti trattiene il respiro, e queste parole si fanno sentire da lontano spargendo il colmo del dolore su tante povere famiglie:

— « Le rocce solo hanno resistito, esse hanno servito di ricovero a trenta soldati che abbiamo ritrovati vivi, qualcuno mezzo morto di freddo e di paura Non una traccia, non un indizio sulla diga spogliata di tutte le costruzioni riposanti sulle antiche rocce. Eccetto i trenta soldati che conduciamo, non v' è altri che sia sopravissuto ».

Più tardi, nel 1828, i lavori furono ripresi e condotti finalmente a termine, mediante nuovi processi di costruzione perfezionati man mano, consistenti nelle alzate di muri basati sulle antiche rocce artificiali ben consolidate dal tempo e connesse per mezzo del cemento idraulico, che a grandi blocchi disposti in casse di legno furono immersi nel mare sulle rocce esistenti. La diga così costruita ha una lunghezza di quasi 4 chilometri e 9 metri di spessore nella sua parte superiore.

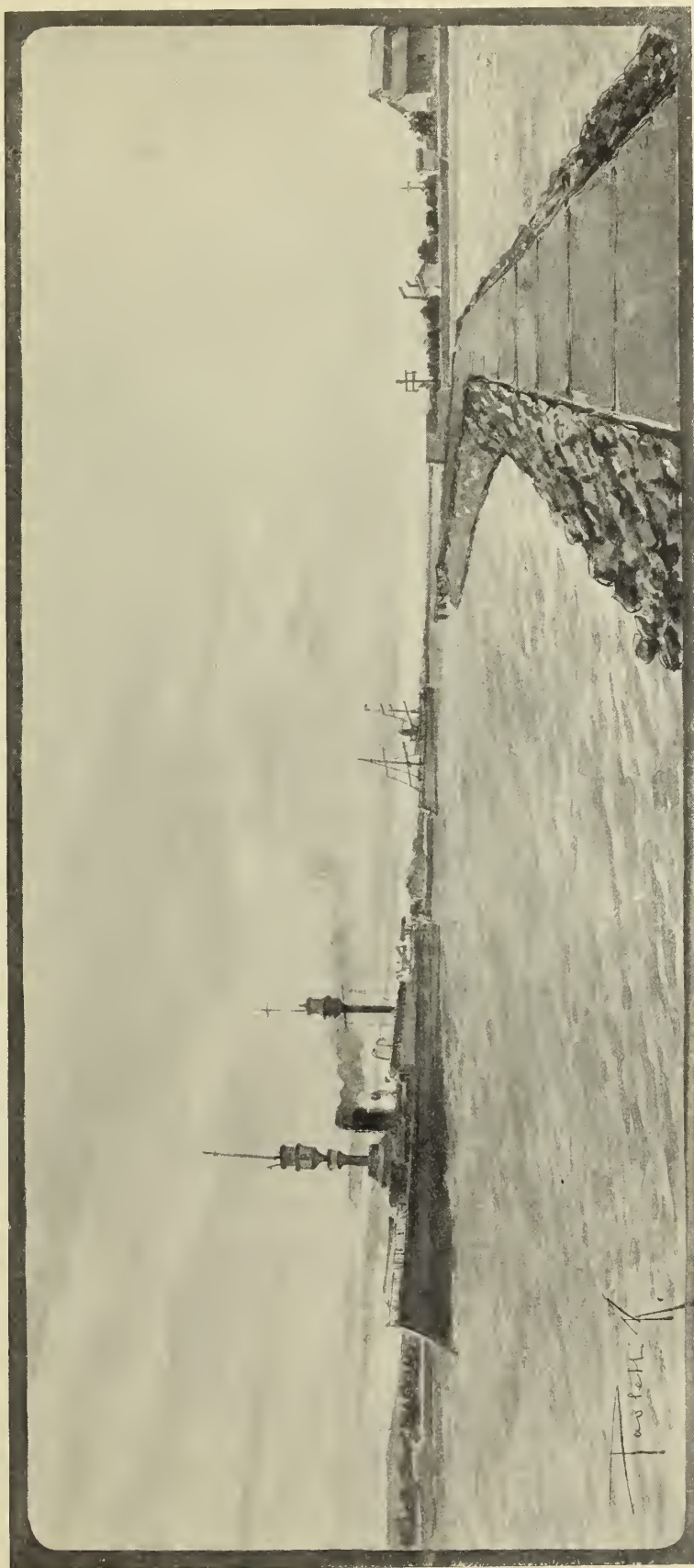
Oltre a quest'opera colossale che è costata tanto lavoro, Cherbourg deve la sua fama anche al porto militare, i cui lavori, iniziati nel 1803 dal Primo Console, furono completati nel 1853. Il porto si compone di tre bacini, un avamporto, un bacino da flotta e un dietrobacino, i quali occupano una superficie di 22 ettari e possono ricevere navi corazzate di prim'ordine. Il porto militare inauguratosi nel 1813 alla presenza dell' imperatrice Maria Luisa, ha 300 m. di lunghezza e 256 di larghezza, con una profondità di m. 9.50 nei momenti di bassa marea. Il bacino da flotta, ultimato al tempo della Restaurazione, è di forma rettangolare, avente una lunghezza di 219 metri per una larghezza di 217. La profondità è la stessa di quella del porto militare, col quale è messa in comunicazione per mezzo di un canale, che misura 18 metri di lunghezza. L'avamporto, o porto militare, è unito al retrobacino mediante due chiuse della lunghezza, l'una di 18 m., l'altra di 56. Esso è lungo 420 metri, largo 200 e profondo m. 9.20 Fu inaugurato nel 1858, il 7 agosto, alla presenza dell'imperatore Napoleone III e della regina Vittoria.

Il porto di Cherbourg, riguardato dal punto di vista militare, può ben dirsi il meglio costruito e rispondente alle moderne esigenze della guerra: le poderose artiglierie, di cui è munito, ne fanno un punto avanzato di difesa al nord della Francia ed un baluardo pressochè inespugnabile da potersi validamente contrapporre alle coste ben fortificate dell'Inghilterra.

A proposito di porti militari, una delle più grandiose opere marittime che la Francia ha ultimato con sforzi considerevoli in questi ultimi anni, è costituita dal nuovo porto di Biserta, che militarmente è notevole come quello di Tunisi di cui tutti conoscono l'importanza commerciale.

Il deterioramento delle calate e gl'insabbiamenti all'ingresso e nello stesso specchio interno avevano reso l'antico porto inaccessibile anche alle navi di poca portata quando, nel 1886, l'ammiraglio Aube, riconoscendo l'importanza strategica di quel sito, propose alla Francia di farne una fortezza inespugnabile. La tema di complicazioni diplomatiche la distolse per allora dall'attuare quella proposta, e si contentò di scavare, fino a 3 metri sotto il livello del mare, il porto e lo stretto canale che mette in comunicazione il Mediterraneo col lago di Biserta, e di costruire una piccola diga per fare ostacolo ad insabbiamenti ulteriori. Di lì a tre anni i signori Hersent e Coutreux ottennero dal Governo tunisino l' autorizzazione di fare ivi e di esercitare un porto commerciale; e approvato dal Bey, nel 10 febbraio 1890, il contratto di concessione, seguirono e procedettero rapidamente i lavori.

Secondo gli obblighi imposti dal contratto, si fabbricarono due dighe: una lunga un chilometro e l'altra metri 950, formando fra quelle un antiporto della estensione di quasi 100 ettari e con la bocca di 420 metri; si scavò il

canale, dandogli una larghezza di 62 metri ed una profondità di 9.00 metri sotto la bassa marea, e scaricando sulla sponda settentrionale del canale i materiali provenienti dallo scavo, che formarono il terrapieno sul quale sorge a poco a poco la nuova città; si costruirono banchine, tettoie, gru, fari ai capi delle dighe e del canale, ed una ferrovia, soddisfacendo in tal modo ai bisogni della navigazione e del traffico. Sul principio del 1895 il nuovo porto era aperto al commercio. Il tragitto dall'una all'altra sponda del canale si faceva da prima su d' una chiatta, alla quale fu sostituito un ponte sospeso di ferro, col palco a 45 metri sopra il livello del mare, per lasciar libero il passaggio alle navi, come abbiamo visto nel capitolo sui ponti. La spesa totale fu di circa 13 milioni. Ma il Governo francese non dimenticò la proposta dell'ammiraglio Aube, e Biserta sta diventando una formidabile fortezza marittima, coll'immenso porto costituito dal lago, che comprende un'area di 30.000 ett.

Biserta: Veduta del nuovo porto.

Fra i porti mercantili della Francia è considerevolissimo quello di Le Havre, i cui bacini divisi nei diversi punti più commerciali della città rendono più facile e più pronto lo scaricamento delle merci, sia che esse debbano restare nei magazzini di deposito, sia se debbono essere ricaricate sulle vetture ferroviarie i cui binarii vanno fino agli scali marittimi. Il porto dell'Havre è anche munito, come quasi tutti i porti moderni dei così detti bacini di carenaggio, i quali servono alla pulizia o agli accomodi delle navi. Il bacino del l' Eure ha un dock per i più grandi bastimenti, quello della Citadelle ne ha due per navi di minore portata. All'Havre si addensa tutto il lavoro dell'Atlantico e del Mediterraneo, accrescendo sempre più la prosperità e la ricchezza del paese. Prima dell'apertura del gran porto di Anversa, esso rappresentava il più gran porto europeo, ma la concorrenza belga ha esercitata una certa diminuzione nel suo commercio e nei suoi affari.

Cartina del lago di Biserta.

Altri porti importantissimi della Francia sono quelli di Bordeaux e di Marsiglia, i cui lavori sono stati cominciati ed eseguiti in questo secolo. Il porto di Bordeaux presentava molte difficoltà nella sua esecuzione, specie pel sottosuolo costituito da strati di mota e di argilla, coperti da un sottile strato di terra vegetale, i quali alla profondità di 12 o 13 metri riposano su di un altro strato di sabbia della profondità di 3 o 4 metri, nel quale s'infiltra l'acqua. La costruzione su questo terreno diventava difficilissima. Lo strato di sabbia compresso fortemente dalla terra soprastante formava una buona base per la fondazione della nuova opera, ma gli strati superiori troppo molli, cedevano al peso dei materiali ad essi sovrapposti in modo da non permettere di tentare nemmeno le fondazioni. A tale inconveniente si oppose valido riparo con un progetto ideato dagl'ingegneri Pairier, Yoly e Droeling, consistente nel calare in acqua enormi blocchi artificiali, i quali pel loro peso trapassavano gli strati di mota e di argilla per una profondità di 14 metri e si andavano a posare sulla sabbia. L' operazione della discesa dei blocchi veniva aiutata mediante alcuni pozzi scavati, nei quali scendevano gli operai scavando la terra sottostante, su cui posava ognuno di tali blocchi per un margine corrispondente. Con questo mezzo la pressione esercitata dai blocchi veniva così ad essere concentrata su di una superficie relativamente piccola, la quale permetteva con maggiore facilità la discesa ed il collocamento dei blocchi medesimi. Questi blocchi avevano una lunghezza variabile dai 16 ai 25 metri, una larghezza da 6 a 9 metri e un'altezza da 8 a 14 metri: su di essi, una volta messi a posto, s'innalzava la muratura.

Il porto di Marsiglia, anch'esso di costruzione moderna è il più importante del Mediterraneo e per la sua ricchezza, per la sua posizione supera tutti gli altri. Esso comunica con le reti ferroviarie di tutto il paese e nei suoi diversi bacini si agita continuamente uno dei più ricchi commerci europei di importazione e di esportazione. La nuova opera di questo porto consiste in una diga comune che difende tutti i bacini dalle inondazioni della rada. Le navi vi trovano un facile e comodo approdo per mezzo di moli, i quali, partendo dalla costa, si protendono regolarmente alla diga comune, e sono forniti

Entrata del porto di Le Havre.

di banchine per lo scaricamento delle merci, di magazzini di deposito, strade e ferrovie che trasportano le merci in città ed alle singole stazioni.

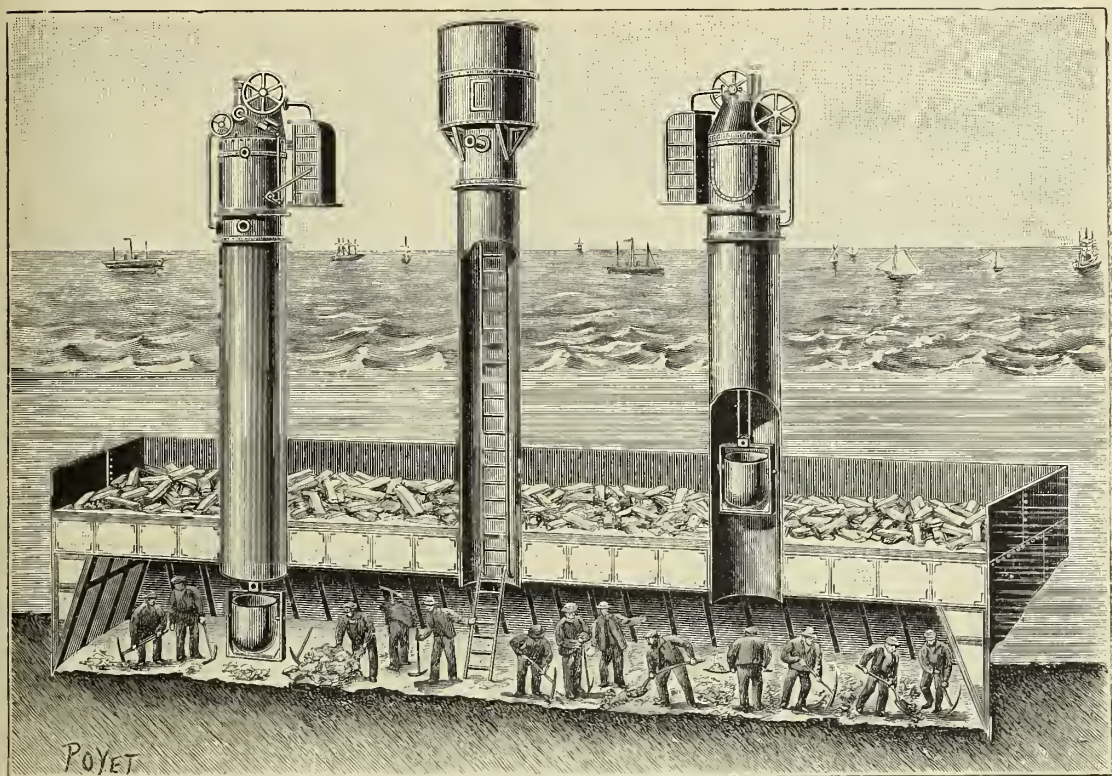
Su questo sistema si costruì il nuovo porto di Trieste, dove le difficoltà da superare furono superiori a quelle di Marsiglia e di Bordeaux, poichè il fondo del mare si mostrò semi resistente e se le difficoltà furono superate, lo si dovette alla perizia dell'ingegnere Bömsches, il quale seppe mettere in atto il progetto disegnato dal celebre idrotecnico Pascal insieme agli ingegneri Namielle e Bernard.

La deficienza del vecchio porto di Trieste rispetto ai progressi della marina moderna e al continuo incremento del commercio, e il mal sicuro ancoraggio contro i venti di tramontana e libeccio trassero il Governo austriaco a porvi riparo con nuove opere. Prese di queste l'assunto la *Südbahn*, col contratto 13 aprile 1867, che fissava il compimento dei lavori alla fine del 1873, obbligandosi il Governo a pagare 33.750.000 lire in dodici rate annuali. Il progetto comprendeva la costruzione di quattro grandi moli, delle re-

lative calate e di una diga, l'interrimento parziale del porto antico e quello della darsena e del bacino del lazzaretto, ed altri lavori di minore importanza. Per difficoltà incontrate nell'esecuzione dei lavori e per considerazioni d'opportunità riguardo alla navigazione, fu poi prolungato il termine a tutto il 1880 e alquanto modificato il progetto, sostituendo ad uno dei moli un bacino destinato allo scarico del petrolio; e la spesa ammontò a 36 milioni e mezzo. Il nuovo porto, situato a nord-est della città e da presso alla stazione ferroviaria, contiene dunque due bacini larghi 300 metri e profondi 8.00, fiancheggiati da tre moli lunghi metri 200.00, il primo dei quali, contando da settentrione verso mezzodì, è largo 93 metri e ciascuno degli altri due metri 80.00. Attiguo al primo molo vi ha un bacino meno ampio, per il petrolio, cinto da una diga con apertura d' ingresso di metri 60.00. Per difesa dell' intero porto corre poi di fronte ai bacini, parallelamente alla riva e distante da essa 385 metri, una diga lunga 1090 metri, larga metri 8.00 al pelo d' acqua, e con un'altezza media subacquea di metri 16.00. E presso al suo estremo settentrionale sporge e si prolunga verso il primo molo una diga trasversale che lascia libero soltanto lo spazio necessario al comodo passaggio delle navi. Il nuovo porto, illuminato la notte a luce elettrica, ha una superficie d'acqua di 35 ettari e mezzo, con tale profondità che permette anche alle grandi navi di accostarsi ai moli e alla riva per iscaricare o caricare le mercanzie. E tutte le calate sono fornite di binarî comunicanti con quelli della stazione della *Südbahn* e forniti di gru a vapore, sicchè le merci passano direttamente e lestamente dalla nave al vagone o viceversa. Oltre a ciò il Municipio e la Camera di commercio fecero costruire varî magazzini generali e tettoie, e così il porto di Trieste risponde ora a tutte l'esigenze dell'odierno commercio marittimo.

Anche la Germania, che con tanta tenacia lavora per la sua prosperità industriale e commerciale, non ha voluto restare indietro alle altre potenze europee ed ha costruito il nuovo porto di Amburgo, che rappresenta il più grande emporio tedesco. I tedeschi, già famosi pel loro spirito intraprendente, pensarono di portare in città, là dove fervevano i diversi centri commerciali ed industriali, diversi rami dell'Elba, creando così dei facili accessi alle navi nei singoli porti che rappresentavano i suoi principali sbocchi commerciali. Il gran porto di Amburgo si suddivide quindi in tanti altri porti, di cui i più importanti sono quelli di Sandthor e quello di Grasbrook. Il primo ha una lunghezza di 900 metri ed una larghezza variabile da 84 a 113 metri, con una profondità, variabile anch'essa, a seconda dello stato del fiume in piena o meno dai 5 agli 8 metri; il secondo ha dimensioni più piccole, misurando una lunghezza di quasi 600 metri con una media larghezza di 60 m. Queste costruzioni in acqua, costituenti le dighe, furono fatte giusta gli ultimi ritrovati delle applicazioni idrauliche, con enormi massi di cemento idraulico, detto *beton*, adoperato pure nella costruzione del porto di Anversa e di quello di Cherbourg, calati nell'acqua mediante un sistema di carico artificiale costituito da enormi pesi. Accanto a tali dighe trovansi i binarii delle diverse reti ferroviarie, le gru, i magazzini di deposito e quanto altro serve a rendere più celere il servizio di caricamento delle merci che in gran copia si riversano da ogni parte del continente europeo sul territorio tedesco.

In Inghilterra e negli Stati Uniti, dove primeggiano i porti di Liverpool e di Nuova-York, numerosi sono i porti eseguiti fin'oggi e i progetti in via di attuazione di nuovi porti, atti ad allargare sempre più le comunicazioni commerciali, lo sviluppo e la ricchezza del paese.

Si sa che per via di mare Nuova York è il centro più importante di

Macchina adoperata per scavare il porto di Marsiglia.

tutte le operazioni commerciali degli Stati Uniti; annualmente il movimento nei porti di Liverpool e di Nuova York raggiunge la cifra considerevole di parecchi milioni di tonnellate di merci. Ma noi non seguiremo passo a passo il grandissimo sviluppo assunto dal porto della capitale americana, — ne mancherebbe principalmente lo spazio — e ci limiteremo a rilevare soltanto uno dei lavori più caratteristici ed originali eseguiti in esso: la distruzione del *passo di Ell-Gate.*

Fino a pochi anni fa, il movimento marittimo nel porto di New-York era intralciato da una enorme catena di rocce che si stendeva a fior d'acqua lungo la sua parte esterna e che reclamava uno sfratto per quanto difficile altrettanto necessario. Fu quella un'impresa sottomarina delle più stupefacenti; e la si volle solennizzare nel 1876, in occasione del Centenario americano. Sotto quella enorme massa di scogli detta *Passo di Hell-Gate* o *Porto d'Inferno*, s'incominciarono a scavare non già le solite mine il cui effetto sarebbe stato insignificante ma delle vere e grandi gallerie, per introdurvi la polvere distruttrice, l'unico mezzo che potesse debellare il formidabile nemico. Per sei anni di seguito le squadre degli operai meccanici, sotto la direzione del generale Newton, uno

dei più distinti ingegneri americani, fecero il lavoro delle api, riducendo come un favo un primo scoglio, l'*Allet's point*, che ostacolava l'entrata dell' Est, e lo scoppio ne distrusse per una estensione di otto metri. Ma ne restava un altro di proporzioni assai più gigantesche: il *Floord-Rock*, che misurava circa quattro ettari su una lunghezza di circa 200 metri.

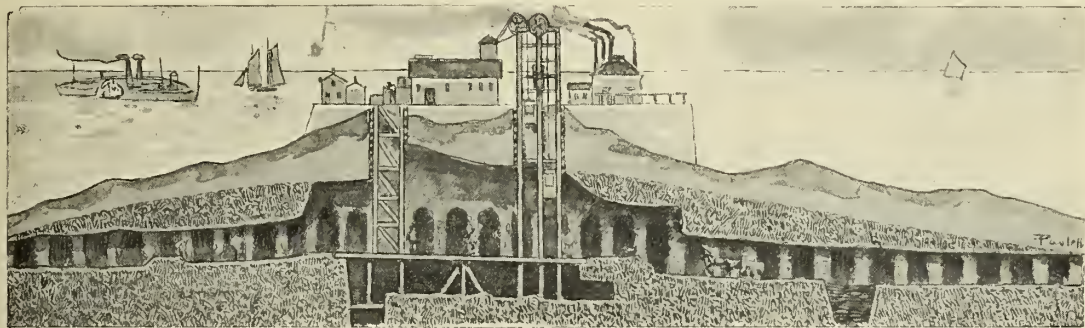
Allo scopo di minarlo in tutti i sensi, vi fu praticato un pozzo ad una profondità di 15 metri al di sotto del livello del mare e che arrivava alla base dello scoglio, scavandovi 6 chilometri e mezzo di gallerie sostenute da 467 pilastri. I lavori durarono 9 anni e furono tolti 60.000 metri cubici di roccia mediante la perforatrice Leschot; le gallerie erano in numero di 70, quali furono praticati 13.286 buchi da mina, destinati a ricevere altrettante cartucce di dinamite e di *rack-a-rock*, le quali sarebbero state accese simultaneamente per mezzo dell'elettricità.

Il *rack-a-rock* è un composto di clorato di potassa imbevuto di un olio combustibile, e quest'ultimo a somiglianza della benzina e del petrolio è inesplosivo; il suo aspetto è quello di una materia color bruno, e fu scoverto in Inghilterra nel 1870 dal chimico Sprengelb. Questo composto esplosivo, avendo poca sensibilità ad accendersi, era facilmente maneggiabile; lo si fabbricava su di un vicino isolotto, dove si procedeva anche alla fabbricazione delle cartucce, le quali, oltre all'elemento dinamite, contenevano una capsula di rame, ripiena di *rack-a-rock*. Lo scoppio della cartuccia era determinato dall'accensione di una

Il nuovo porto di Trieste: La banchina centrale.

piccola quantità di fulminato di mercurio, contenuto in un tubicino situato nella parte centrale della cartuccia e che era in comunicazione con la dinamite e con la capsula carica di *rack-a-rock*.

Una seconda specie di cartuccia conteneva solamente la dinamite ed un poco di fulminato di mercurio: la sua lunghezza misurava 38 centimetri con un diametro di 57 millimetri; infine una terza specie di cartuccia era composta

da un cilindro di rame lungo 20 centimetri, con un diametro di 44 millimetri: essa era intieramente riempita di dinamite, e vi era immersa la miccia che si accendeva mediante il passaggio della corrente elettrica, i cui fili conduttori passavano attraverso il coverchio della cartuccia. La miccia era composta da

Ell-Gate: La galleria.

un primo tubo contenente fulminato di mercurio e da un altro meno spesso che serviva di rivestimento e al quale erano attaccati i fili conduttori, riuniti con un sottile filo di platino; questo si arroventava al passaggio della corrente elettrica e produceva con l'accensione del fulminato di mercurio, lo scoppio della cartuccia. Allo scopo di evitare qualsiasi inconveniente ed i possibili scoppii nel maneggio delle cartucce, queste venivano unte di olio e di materie resinose e poi avvoltolate nella sabbia.

Le cartucce avevano tre diverse dimensioni ed insieme formavano un peso di 180.000 chilogrammi. In ogni buca s'immise una cartuccia caricata con 2 chilogrammi di *rack-a-rock*, e una cartuccia carica di dinamite. Nelle gallerie, a distanze eguali, furono disposte anche delle coppie di cartucce di dinamite, le quali erano attaccate al circuito elettrico che doveva generare l'esplosione. Il circuito si divideva in ventiquattro circuiti indipendenti; la corrente si comunicava automaticamente e nello stesso tempo a tutti i ventiquattro circuiti, in modo da avere l'esplosione contemporanea di tutte le 40.000 cartucce. Il 10 ottobre 1885 alle ore 11 e sedici minuti, alla presenza di tutte le autorità civili e militari, innanzi ad una interminabile folla di popolo, che ansiosamente attendeva il felice coronamento di così lungo e difficile lavoro, la figlia del generale Newton, una giovanetta a dodici anni, si avvicinò all'apparecchio di accensione e poggiò la sua rosea manina sul bottone elettrico. La commozione in quell'istante fu generale: i cuori battevano fortemente aspettando il grande scoppio, il quale si produsse istantaneamente ed ebbe la durata di 40 secondi, facendo innalzare l'acqua del mare ad un'altezza da 50 a 60 metri. Il colossale scoglio era completamente distrutto ed il porto di Nuova York sbarazzato da un ostacolo che impediva le comode manovre delle navi.

Fra i numerosi porti d'Italia di antichissime e moderne costruzioni, oggi il più attivo è quello di Genova, per il movimento commerciale e per il trasporto di quegli infelici, i quali, costretti dalla voce imperiosa della fame e dagli stenti della vita in patria, sono spinti a cercar fortuna in America.

L' interno specchio d' acqua di questo porto non troppo vasto, essendo appena di 136 ettari, già mancante d'antiporto e mal difeso dal *Molo Vecchio*, lungo 283 metri, e dal *Molo Nuovo* di metri 404, con la frapposta bocca di circa mezzo chilometro, era aperto allo scirocco e al libeccio; onde tutta la sua parte occidentale andava soggetta a sostenere fiere mareggiate ed era perciò evitata dalle navi e ritenuta presso che inutile.

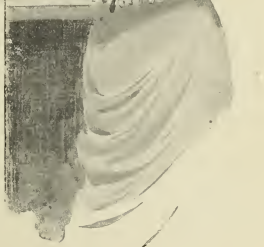
Ad evitare tali inconvenienti, una Commissione francese, della quale facevano parte i famosi Sganzin e Prony, propose fin dal 1806 il prolungamento dei due moli; il progetto fu accettato, ma cadde Napoleone I senza che la proposta avesse alcun principio di esecuzione. Trasse poscia il nuovo Governo a metterla in atto la tremenda libecciata del 25 novembre 1821, che causò la morte di parecchie persone, avariò cinquanta grossi bastimenti e ne sommerse tre, sfracellò e mandò a picco quasi tutte le navi minori, distrusse un tratto del *Molo Vecchio*, travolgendo con quello in mare una batteria situata a difesa della costa e producendo gravi danni alla parte meno elevata della città. Un anno e pochi mesi dopo quella rovina, si pose finalmente mano ai lavori. Questi però procedettero con tanta lentezza che s' impiegarono otto anni per allungare di 125 metri il *Molo Vecchio*, e l'aggiunta di un tronco di 62 metri al *Molo Nuovo* non fu compiuta che nel 1850. E neppur ciò, per una gran parte del porto, assicurò appieno l'ormeggio e le operazioni di scarico e carico, mentre il crescente commercio rendeva ognor più deficiente al bisogno lo spazio immune da ogni pericolo. Inoltre erano le banchine troppo ristrette e scarso il loro sviluppo, e presso ad esse l'acqua in certi punti non aveva bastevole altezza nemmeno per le navi di media grandezza.

Ell Gate: Minatori che introducono la dinamite.

In seguito alle proposte dell'illustre ingegnere Paleocapa e della Direzione dei lavori marittimi fu quindi deciso di prolungare il *Molo Nuovo* di altri 450 m., e con tale opera il porto fu validamente difeso dal libeccio, ma restò esposto pur sempre alle ire dello scirocco, del resto assai meno temibile.

Occorrendo in appresso altri e più radicali miglioramenti, anche per la

Ell Gite: La figlia di Newton fa scoppiare la mina.

concorrenza che vittoriosamente faceva al porto di Genova quello di Marsiglia, fornito di tutti i comodi richiesti dal moderno commercio marittimo, dopo lunghi studî e discussioni e variate proposte, il Consiglio Superiore dei lavori pubblici approvò il progetto della Commissione istituita per Decreto ministeriale del 30 luglio 1874, con poche modificazioni suggerite dall'ingegnere Pascal. Il quale progetto, oltre a numerosi ed importanti lavori di sistemazione interna del porto, comprendeva la formazione di un ampio antiporto, mediante la costruzione di un molo che, spiccandosi dal *Molo Nuovo*, a 150 metri dalla testata si sviluppava per un tratto di 640 metri quasi perpendicolarmente a quello, e piegava poi verso levante, procedendo in quella direzione con un secondo tronco di metri 828, per difendere l'antiporto dalle mareggiate da ponente a libeccio e a mezzogiorno, e di un altro molo più breve, sporgente dalla riva in prossimità della *Punta della Cava*, allo scopo di opporre ostacolo al mar di scirocco, lasciando fra i due nuovi moli un ingresso verso levante largo 650 metri. La spesa era calcolata di 47 milioni, 17 dei quali per le difese esterne e il resto per la sistemazione interna.

Contribuì potentemente a far iniziare in breve termine i lavori per l'attuazione del progetto il generoso dono di 20 milioni che offerse il genovese duca di Galliera al Governo, a benefizio del porto della sua città natale. Il Governo, inutile dirlo, lo accettò a braccia aperte, dacchè l'insperato aiuto diminuiva considerevolmente la spesa a carico dello Stato, e ottemperando alle condizioni esposte dal donatore pubblicò per allora l'invito all'appalto soltanto del molo occidentale, del primo braccio di quello sporgente dalla costa, di varî ponti di carico e scarico e d'altri lavori nell'interno del porto e sui terreni adiacenti. Vinse la gara la *Società Veneta per imprese e costruzioni pubbliche* e soddisfece con onore al suo impegno.

Più tardi venne appaltata ad impresarî stranieri la costruzione dei grandi bacini di carenaggio, e d'altre opere annesse. E così il porto di Genova è ora preceduto da un esteso antiporto, e possiede 12 ponti per l'imbarco e lo sbarco dei passeggieri e delle mercanzie, due dei quali servono a quell'arsenale, e circa 6500 metri di calate, due bacini di carenaggio, uno lungo 187 metri, l'altro metri 226.80, internamente rivestiti per la massima parte in granito e nel rimanente in materiale laterizio. Per gli scavi fatti nel porto la minima profondità dell'acqua è attualmente in esso di metri 8.50, sicchè vi possono accedere, manovrare e star sicure in qualunque punto anche le navi più grosse.

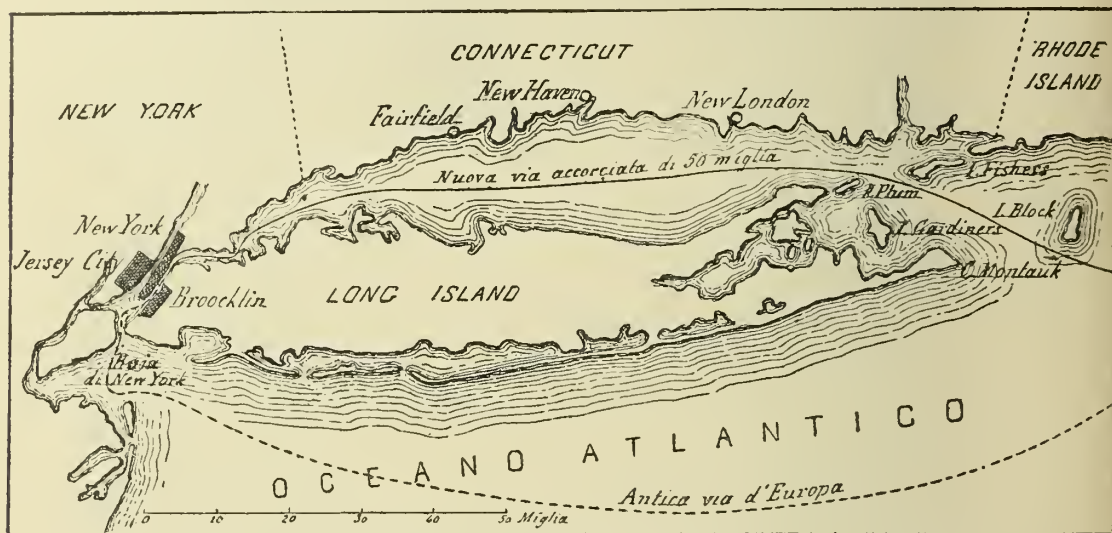
Senonchè un'impetuosa burrasca, verso la fine d'autunno del 1898, distrusse buona parte del secondo braccio del nuovo molo occidentale, con tutto che fosse solidissimamente formato con una scogliera a larga base e con la pendenza di 2 per 1, rivestita esternamente, da 6 metri sotto il livello del mare fino alla cresta della porzione sporgente dall'acqua, di massi parallelepipedi artificiali, ognuno del volume di 12 metri cubi. I lavori di restauro, per quanto lungamente invocati dalla urgente necessità non furono ancora ripresi.

I Genovesi non trovano tuttavia che il loro porto risponda in tutto all'esigenze dell'odierno commercio, e reclamano altri ampliamenti e nuove ferrovie, mediante le quali si possa da ogni punto delle calate trasportar direttamente le mercanzie dalle navi sui vagoni, o da questi su quelle. E intanto si studia in Roma il progetto per l'autonomia di questo porto, di cui il Consorzio, che verrebbe costituito per amministrarlo, assumerebbe l'esercizio, la definitiva sistemazione e la manutenzione.

Un altro porto importante del mar Ligure è quello della Spezia, dove si trasferì da Genova la Marina Militare. Questa proposta fu fatta per la prima volta alla Camera piemontese, nel 1850, da Alfonso Lamarmora. La Camera, impensierita dallo stato allora ben poco incoraggiante della finanza, in conseguenza delle recenti guerre, non respinse la proposta, ma prese tempo coll'invitare il Ministero a far nuovi studî. La ripresentò con successo nel 1857 il Cavour. Bisognava costruire a Spezia un arsenale di sana pianta, e difendere il porto, fatto dalla natura sicuro contro le ingiurie del mare, dagli attacchi nemici, con opere corrispondenti ai potenti mezzi moderni di offesa. Furono votati all'uopo 46 milioni, e si costrusse il grandioso arsenale, e sulle isole sparse nel golfo e sulle sponde sorsero poderosi baluardi, e tra il forte di Santa Maria e quello di Santa Teresa chiuse il passo alle navi una gigantesca diga subacquea, lasciando liberi ai capi solo due tratti di mare,

Ell Gate: Lo scoppio.

facilmente difendibili in caso di guerra. Si avverò così quanto scrisse il Gioberti: *la Spezia sarà il grande arsenale marittimo italiano, siccome in luogo più d'ogni altro capace di contenere le flotte non solo, ma che più forse d'ogni altro si presta per una difesa efficace.*

E dopo la proclamazione del Regno d'Italia varie notevoli opere vennero fatte anche negli altri principali suoi porti. Un altro arsenale si è poi costruito nel cuor delle Puglie, destinato al migliore avvenire. Taranto, l'antica signora del Jonio, poi tanto decaduta, posta su d'una zona di terra bagnata ai due lati dal *Mar Grande* e dal *Mar Piccolo*, fra loro comunicanti mediante due canali che limitano verso levante e ponente la *Città Vecchia*, va risorgendo per il continuo ampliamento della *Città Nuova*, al di là del canale orientale,

New-York: La vecchia e la nuova linea di navigazione.

e per i lavori eseguiti dal Governo col fine di rendere quel porto sicuro dai nemici come lo era già dalle tempeste. Il nuovo arsenale, costruito secondo il progetto dell'ammiraglio Saint-Bon, sorge appunto sul *Mar Piccolo*, dove per il canale orientale, convenientemente approfondito, allargato e fiancheggiato da robusti e vistosi muri di sponda, passano agiatamente anche le più grosse corazzate, facendo di esso un interno porto militare da rivaleggiare coi più vasti d'Europa.

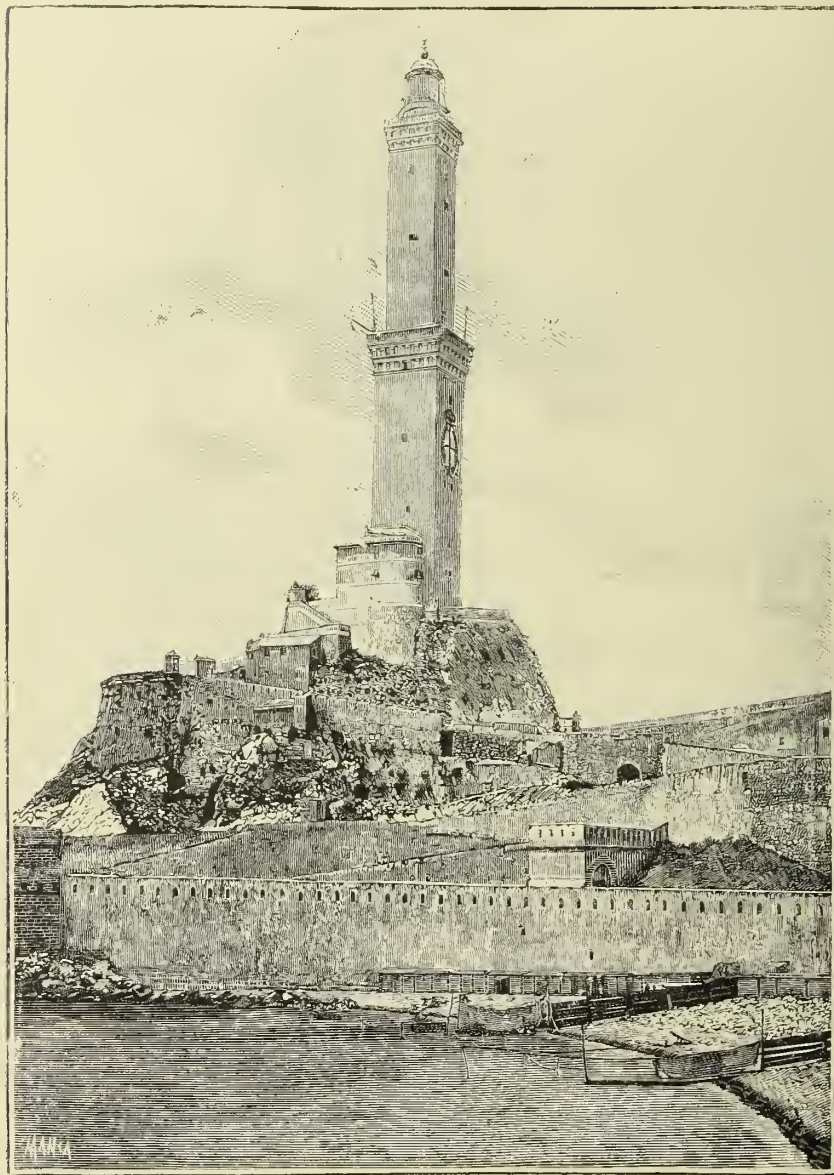
Il *Mar Grande* è un esteso golfo a mezzodì della città e costituisce il porto destinato al commercio. La sua bocca rispondente sul mare aperto è intramezzata dagl'isolotti di San Pietro e di San Paolo, e colà e sull'interne coste stanno valide fortificazioni, e per queste e per la naturale sua conformazione il porto di Taranto potrebbe chiamarsi una seconda Spezia. Il 22 settembre 1898 Taranto festeggiava il varo dell'incrociatore *Puglia*, la prima nave costrutta nel suo nuovo arsenale.

Il porto e l'arsenale di Venezia, che risvegliano tante gloriose memorie, quando passarono al Regno d'Italia erano ben lungi dal soddisfare all'esigenza del tempo, dacchè i milioni richiesti dal loro miglioramento l'Austria gli aveva

Napoli: Veduta panoramica del porto.

profusi a Trieste, trasportando colà, dal 1849, la sua base marittima e strategica. Dovette quindi riparare al lungo abbandono il Governo italiano, per avvivare in Venezia il languente commercio marittimo, e per fornire un cantiere e un ricovero adatti alle moderne navi da guerra. Per il porto, reso sicuro dalla zona di terra, detta *Lido*, che separa la laguna dal mare, e per il canale di navigazione, che vi mette capo, bastarono gli scavi con le draghe sì da ottenere tale altezza d'acqua che vi potessero galleggiare anche le navi che pescano più a fondo. Ma per l'arsenale, oltre agli scavi, bisognava ben altro. E l'arsenale fu in effetti ingrandito con l' aggregazione dell'*Isola delle Vergini* e di gran parte della *Palude degli Ebrei;* e vi si formò la *Nuova grande Darsena*, congiungendo tre vecchie darsene mediante la demolizione del riparto *Isolotto;* e vi si costrussero bacini, scali ed altre opere, perlocchè il porto e l'arsenale di Venezia presentemente rispondono quasi appieno ai bisogni delle due marine. E se verranno rimodernate quelle fortificazioni, l'Italia, per esse e per l'eccezionale posizione di Venezia, avrà anche sul suo terzo mare una città inespugnabile.

Molti altri porti ha il nostro paese così ricco di coste. Notevoli, commercialmente, sono in ispecie quelli di Napoli, Livorno, Ancona, Messina e Palermo; ma noi prima di lasciare l'argomento non ci soffermeremo che al primo, come quello che meglio si è avvantaggiato con recenti lavori — es. il prolungamento del molo di San Vincenzo, e il così detto molo trapezoidale, unico nel suo genere, i cui lavori furono affidati ad un'impresa privata co-

struttrice, sotto la direzione dell'ingegnere Dini. I lavori furono portati felicemente a termine nello spazio di quasi tre anni ed oltre al prolungamento del molo formò parte di essi il riempimento di una grande zona della marina, in maniera che la città si è addentrata nel mare per quasi 250 m. con una estensione in lunghezza di più di 2 chilometri. Numerose banchine servono al carico ed allo scarico delle merci in questo nuovo porto; una ferrovia a doppio binario, che giunge fino ai Magazzini Generali, ottempera alla necessità del commercio marittimo della bella ed incantevole Partenope, numerosi edifizii appartenenti alla capitaneria di porto, ai magazzini di deposito, ed alle principali ditte commerciali, sorgono come per incanto, contornando deliziosamente quella parte di curva del bellissimo golfo che si estende al Capo Miseno ed alla Punta della Campanella.

La lanterna di Genova.

Come i porti costituiscono la sicurezza delle navi in vicinanza delle coste e nella loro stabilità, così i fari concorrono alla loro sicurezza durante la navigazione. Il mare è così pieno di pericoli nascosti che una nave è soggetta a perdersi da un momento all'altro, ove non supplisca la intelligenza di un buon capitano, con l'aiuto delle carte marine che avvisano della presenza di un pericolo da schivare. Qua è un banco di sabbia, un isolotto nascosto a fior

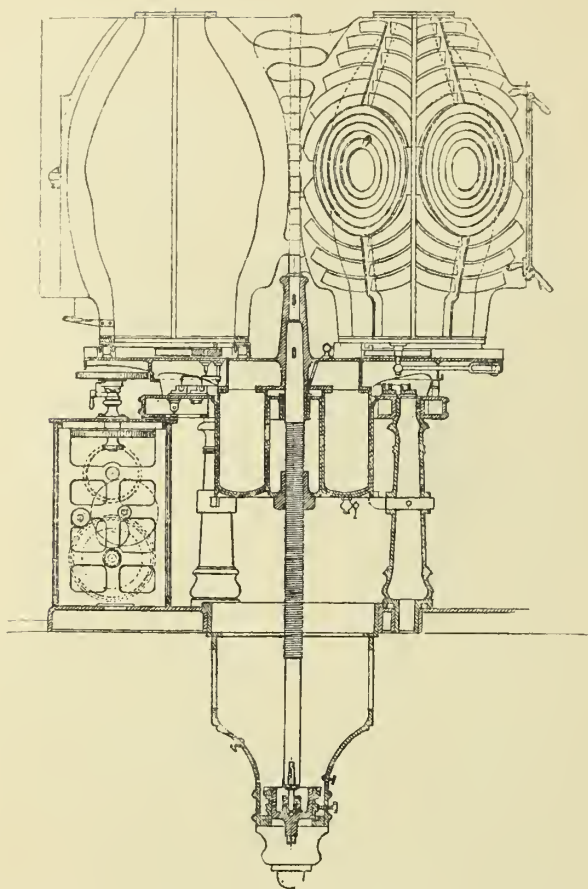
d'acqua; là una scogliera subacquea che si nasconde agli sguardi di un pilota, più in là ancora un elevamento di suolo sottomarino e minante l' esistenza di migliaia di viaggiatori.

Fu perciò che fin da tempi antichissimi si sentì il bisogno di segnare il pericolo là dove esistesse, con un faro luminoso di notte per quegli ostacoli che potessero essere appena visti durante il giorno. Si ricorda ancora il gigantesco faro situato innanzi all'isola di Rodi, gli antichissimi fari dei Greci e dei Romani, quelli costruiti nel medio evo (esempio il faro di Livorno), i quali potevano segnare ai naviganti la via da seguire per non incorrere in inevitabile catastrofe. I mezzi di illuminazione erano naturalmente primordiali: in principio essi spandevano luce emanante da carboni accesi che bruciavano in un bacino metallico, in seguito si adottarono le lampade ad olio vegetale e a petrolio, ed oggi finalmente che la illuminazione ha avuto un così largo sviluppo con le applicazioni delle moderne invenzioni, si costruiscono fari, la cui luce viene determinata da apparecchi a gas illuminante ed a luce elettrica.

Faro di Eckmühl.

La costruzione dei fari ha anche la sua storia e nel secolo nostro ha subito un sensibile progresso, poichè agli antichi fari in muratura oggi si possono sostituire i fari a costruzione metallica, ed alle costruzioni in terra ferma sono successe quelle in mare libero, rappresentate dai fari galleggianti.

La difficoltà da superare nella costruzione di queste vedette marine, è enorme, poichè proprio là dove sorge il pericolo contro la nave il mare è sempre o quasi in uno stato anormale, in un periodo di continua burrasca, ed il suolo, sul quale esse devono elevarsi, è formato ora da una scogliera, ora da un banco di sabbia disperso in mezzo alla vastità dell'Oceano, dove è reso ben difficile, per la lontananza dalle coste, il trasporto dei materiali, dove la vita degli operai è esposta a continui ed imminenti pericoli.

Uno dei fari più notevoli costruiti nel nostro secolo è quello di Ar-Men presso la punta occidentale della penisola del dipartimento di Finisterre, al sud di Brest. In vicinanza si erge dalle acque spumose la piccola isola di Sein, la quale ha innanzi a sè per una lunghezza di quasi otto miglia marittime, una interminabile scogliera, servente di riparo all'isola contro le onde sempre in gran movimento, e le grandi correnti marine che in quei luoghi sono dominate da una gran forza d'invasione. Questa scogliera enorme è in

Sezione verticale dell'apparato ottico del faro di Eckmühl.

gran parte al di sotto del livello dell'acqua e le onde, battendo continuamente contro di essa, rendono impossibile la navigazione nelle sue vicinanze per un tratto di parecchie miglia. Si pensò quindi all'erezione di un faro, situato su uno di quegli scogli giganteschi, il quale nell'azione di riflusso della marea resta scoperto due volte all' anno per un' altezza di un metro e mezzo circa. Allo scopo di assicurare sullo scoglio la base, fu necessario praticarvi dei buchi della profondità di 30 centimetri e distanti un metro l'uno dall'altro. In essi vennero conficcate grosse spranghe di ferro della lunghezza di un metro e collegate fra loro mediante catene e tiranti di ferro, allo scopo di avere un ancoraggio alla base del faro e per essere sicuri che lo scoglio non si spaccherebbe. Per completare il lavoro di perforazione furono adibiti alcuni pescatori dell'isola di Sein, i quali dovevano lavorare nell'acqua sbattuti qua e là dalle onde. Se il lavoro potè essere completato, lo si dovette alla resistenza fisica di quei bravi pescatori ed al loro coraggio. Essi si recavano nelle barche in prossimità della scogliera, fin dove il mare permetteva di essere navigato; ogni barca non conteneva più di due uomini, i quali avevano intorno al corpo una cintura di sughero. Giunti presso alla scogliera, lasciavano la barca ed arrampicandosi sugli scogli si disponevano al difficile e pericoloso lavoro. Con una mano si tenevano aggrappati alla roccia, con l' altra uno di essi stringeva il martello, l' altro il perforatore, e lì colpi su colpi, febbrilmente, mentre le onde li flagellavano, la corrente li travolgeva, se li rapiva, li trasportava lontani. Era allora che entravano in funzione le cinture di sughero di cui erano muniti e quindi alcune barche che stazionavano durante il periodo del lavoro a rispettosa distanza, e li ripescavano.

Durante il primo periodo di lavoro si potè approdare sulla scogliera solamente sette volte, ed in otto ore di sforzi inauditi furono completati appena quindici buchi nei punti più sporgenti dello scoglio; nel secondo periodo si perforarono 40 buchi e si potettero anche abbattere alcuni punti più sporgenti della roccia allo scopo di dare alla base del faro un livello meno disuguale; durante il terzo anno si conficcarono nei buchi le spranghe di ferro rilegan-

dole fra di loro ed incominciando qualche piccolo lavoro in muratura. Si poterono così completare 25 metri in muratura in cemento che fortunatamente non furono distrutti dalla forza delle onde. Nel quarto anno di lavoro, cioè nel 1870, si dette fine alla base del faro avente una massa di 114 metri cubici di muratura; in seguito i lavori furono ultimati con maggiore lestezza perchè si poteva agire su di una massa solida al di fuori del livello delle acque e dove le onde pur giungendo non potevano essere apportatrici di pericolo.

Un bel faro in muratura, costituito da un'elegantissima torre ottagonale, è quello di Eckmühl, recentemente elevato presso a Penmarch. Il meccanismo interno della lanterna è dei più geniali e lo si ritiene l' ultima espressione del genere. Che differenza coi primi fari a fuochi di fascine e le prime lanterne ad olio!

Il nome di Eckmühl gli venne dato in memoria di Marshal Davoust, principe di Eckmühl, poichè sua figlia, la marchesa di Blocqueville, morta a Parigi nell'ottobre del 1892, lasciò nel suo testamento la metà della somma necessaria per costruirlo, a condizione che venisse chiamato in tal modo.

Il faro, costruito dagl' ingegneri Sautter e Harlé di Parigi, è a sistema bifocale; le lampade elettriche che sono contenute nella grande lanterna hanno ognuna una potenzialità di 50 ampères, raggiungendo nell'insieme una intensità luminosa di 3.600.000 candele.

I suoi raggi luminosi in tempo sereno arrivano a 49 miglia marine ed in tempo fosco sono visibili fino a 19 miglia.

I fari di Smalls, nel canale di San Giorgio, presso a Milford dànno una curiosa idea del progresso fatto da queste costruzioni nei cent'anni accavallati fra lo scorso ed il presente secolo. Colà si veggono, l'uno al fianco dell'altro, l'alta e svelta torre di mattoni elevata nel 1861 dai signori Walker e Douglas — ai quali devesi la costruzione di molti fari inglesi — e il venerabile faro in legno innalzato nel 1777 da Whiteside. Su questo, le numerose lampade a riverbero; su quello una lampada unica, nella sua gabbia di lenti, e sulla galleria esterna una campana per sostituirla in caso di nebbia.

Elevazione dell'alternatore di Eckmühl.

A proposito di nebbia, ci sono punti nei quali non basta il suono della campana, e allora si ricorre al cannone che tuona ogni quarto d'ora dall'alto

di una rupe, come presso il pittoresco faro di South-Stack, sulle coste di Holy-Head. Questo faro, che illumina la via dei piroscafi postali d'Irlanda, ha un bellissimo ponte gettato sopra un braccio di mare, punto d'unione con la rapida scala che sale sulla spiaggia. Di qui i guardiani fanno poeticamente sollevare innumerevoli gabbiani, le cui grida incessanti diventano la salvaguardia dei marinai.

Nella costruzione dei fari rappresenta un'opera importante quello costruito sulle dune alla foce della Garonna: il faro De la Palmire. Esso segna il grande sviluppo che ha avuto nel nostro secolo l'impiego del ferro in tal genere di costruzioni. Il fusto della torre superiore è formato da nove pezzi di tubo in ferro pesanti circa due tonnellate e aventi ognuno un'altezza di metri 2,8 e un diametro di quasi due metri. I tubi sono formati da pezzi di lamiera ben ribadita, con uno spessore di 10 millimetri, e nell'interno sono muniti di giunture a ferro d'angolo, per mezzo delle quali i pezzi sono messi l'uno sull'altro e fissati con delle viti. L'insieme dei tubi forma una colonna dell'altezza di metri 25,2 ed è fissata su di una base di cemento idraulico, *beton*, dello spessore di 3 metri, la quale è ancora assicurata mediante un ancoraggio a viti e con tre tiranti di ferro fucinato che partono dalla parte superiore della colonna. I tubi sono muniti ognuno di un finestrino che permette il passaggio della luce per la scala.

Il Faro di Buda, Spagna.

Nella colonna centrale c'è un locale di guardia a forma cilindrica della dimensione di quattro metri, situato sotto alla piattaforma superiore; la parte inferiore di essa è adibita per magazzino e camera pel guardiano, e la parte superiore pel fuoco del faro. L' insieme del faro ha l'aspetto di una piccionaia.

Ma il lavoro più ragguardevole che si sia tentato felicemente in questo genere di costruzione in ferro, è rappresentato dal faro situato sull'isola di Buda appartenente alla Spagna. L'altezza della colonna al disopra del livello dell'acqua raggiunge i 53 metri, e la sua costruzione è solida ed elegante. Alla base, sotto forma di un gigantesco gavitello riposante su di una punta, si trova l'abitazione ed il locale pel guardiano. L'accesso alla parte superiore terminante con la lanterna è costituito da un passaggio praticato in una colonna centrale e munita di piccole finestre.

Questo faro potrebbe esser preso a modello per le costruzioni di tal ge-

nere presentando oltre che i caratteri di solidità e di eleganza, una notevol- economia di spese e materiali, e potendo all'occasione essere smontato e trae sportato in altri luoghi richiesti dal bisogno, come avvenne pel faro Des Roches Douvre, che era del pari costruito in tubi di lamiera e che fu trasportato su di uno scoglio esistente fra le isole Brehat e Guernesey. La sua altezza dallo zoccolo in muratura misura 52 metri di lamiera di ferro.

E passiamo ad un'altra specie di fari. Alcuni punti delle coste sono così fatte da rendere assolutamente impossibile la costruzione di fari sia in muratura, sia in ferro, e nondimeno occorre la loro presenza per poter avvisare i naviganti dei gravi pericoli che corrono avvicinandosi a quelle coste. Nell' Inghilterra, che le ha assai frastagliate sono frequentissimi i banchi di sabbia e le scogliere, specie quelle della Contea di Kent, che ha fatto tante vittime; si sentì quindi il bisogno dell'erezione di un segnale purchessia.

Faro Des Roches Douvre.

Faro di Cordonant.

Si pensò allora alla costruzione dei cosidetti fari galleggianti. Il primo che ebbe questa idea luminosa fu un certo Davide Avery, il quale, trovandosi a caso a discuterne con un padrone di barche che sovente doveva girare le coste di Kent pel suo commercio di carbon fossile, pensò di stabilire a Nore, alla foce del Tamigi, una lanterna galleggiante situata a bordo di una nave, che fu chiamata *light-vessel.* Questa nuova invenzione portò la rivoluzione nella *Trinity-House*, Società monopolista per l'impianto dei fari, la quale si rivolse all' Amministrazione dei Lordi perchè impedisse l'attuazione delle navi-fari, ledenti i propri interessi. L'Ammiragliato non definì la vertenza, che fu sottoposta in seguito al giudizio del re, il quale diede causa vinta alla Società; e questa pel rifacimento delle spese all'inventore conferì il diritto all'Avery di esigere dai naviganti la tassa di lanternaggio pel periodo di 61 anno, verso il canone annuo di 100 sterline.

Da allora in poi furono impiantati sulle coste dell'Inghilterra numerosi *light-vessel*, i quali non servono solamente ad indicare la presenza dei banchi di sabbia, ma s'impiegano per prevenire i pericoli che i naviganti potrebbero correre con correnti, vortici sottomarini e scogli a fior d'acqua. Queste navi-faro hanno l'aspetto di un bastimento ordinario e sono rese immobili da grosse àncore e da catene di ferro che misurano una lunghezza fino di 500 metri; la loro alberatura è corta, robusta e priva di vele. Di tale tipo sono le moderne costruzioni americane ed inglesi che fanno l'ufficio di fari nei punti più frastagliati e più temuti; di tale tipo sono il faro situato nelle acque britanniche in vicinanza a Liverpool e quello detto di Goodwin, ancorato alla foce del Tamigi e di cui riproduciamo il disegno.

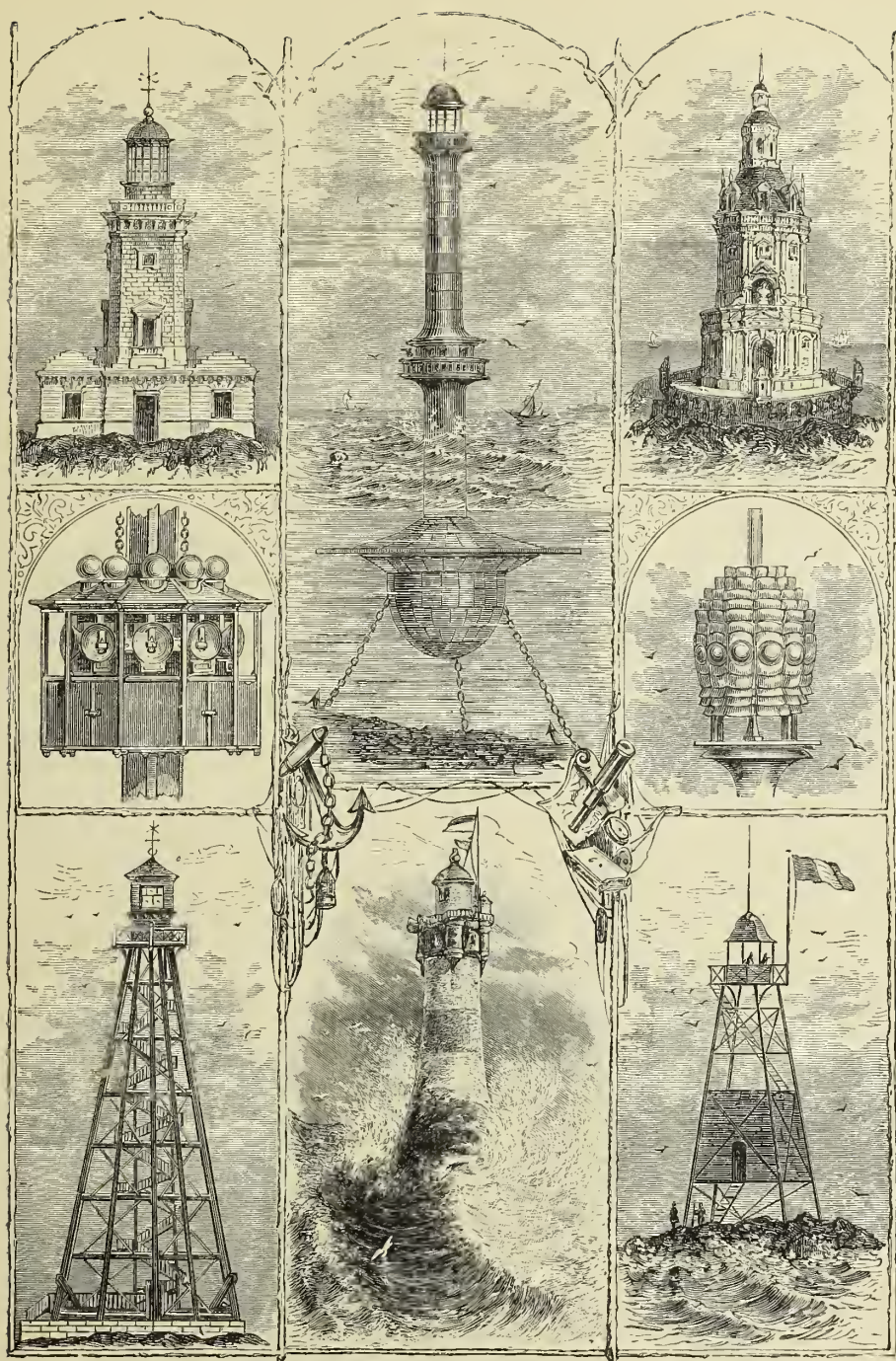
Fra i fari galleggianti di moderna costruzione deve essere menzionato quello di Ruytlingen, il principale faro galleggiante al servizio della Francia. Esso ha una lunghezza di trenta metri, raggiungendo un'altezza di m. 7.82 ed un dislocamento di 338 tonnellate.

Il faro di Goodwin, galleggiante sulle coste d'Inghilterra.

In meno di un secolo quanto camminosi è percorso anche nella costruzione di questo sistema di fari, ricordando i vecchi *light-wessel* sulle coste frastagliate dell'Inghilterra!

Il ponte del faro di Ruytlingen è costruito in acciaio, i suoi fianchi, per poter resistere alle forti scosse delle acque, sono parimente rivestiti da lastre di acciaio galvanizzato. La grande catena alla quale è assicurata l'àncora ha una resistenza di 54.000 libbre per ogni pollice quadrato. L'apparecchio d'illuminazione è munito di nove riflessori elettrici aventi ognuno un diametro di m. 0,500 aggruppati a tre a tre su di un piano verticale. La rotazione completa di questo apparato avviene nello spazio di un minuto, proiettando raggi luminosi di una grande intensità.

Ed eccoci all'opera più grandiosa ed originale, in fatto di fari, che a buon diritto fu chiamata l'ottava meraviglia del globo terraqueo: la statua della libertà a Nuova-York. È il più grande monumento che siasi costruito finora. Fu donata agli Stati Uniti dalla Francia allo scopo di amalgamare l'amicizia secolare delle due nazioni, nel centenario della dichiarazione dell'indipendenza degli Stati Uniti, celebrato il 4 luglio 1876.

L'opera colossale fu ideata dal Bartholdi, il quale fondò il comitato dell'unione Franco Americano, di cui fecero parte uomini eminenti. Il Comitato nel 1875 emanò una circolare per una pubblica sottoscrizione che produsse buoni frutti; nel 79 fu organizzata una lotteria e dal suo ricavato si potette completare

Faro del Capo della Hère.

Apparecchio interno.

Faro di Pontaillac.

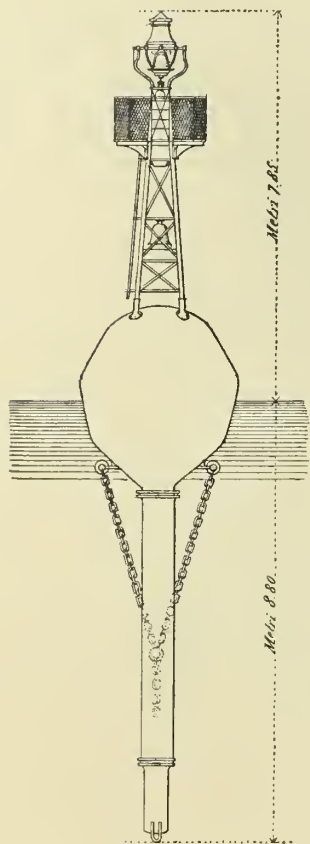
Faro galleggiante
ancorato nel porto di Liverpool.

Faro di Rothesand
nel mare del Nord.

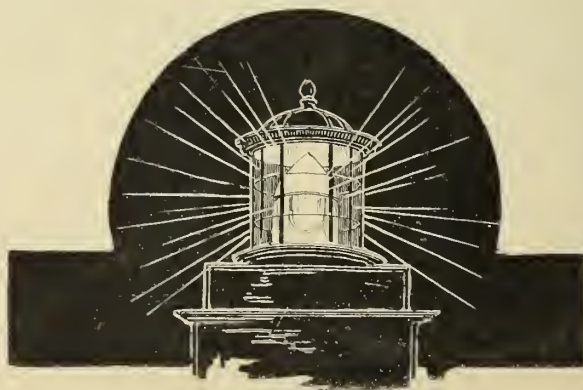
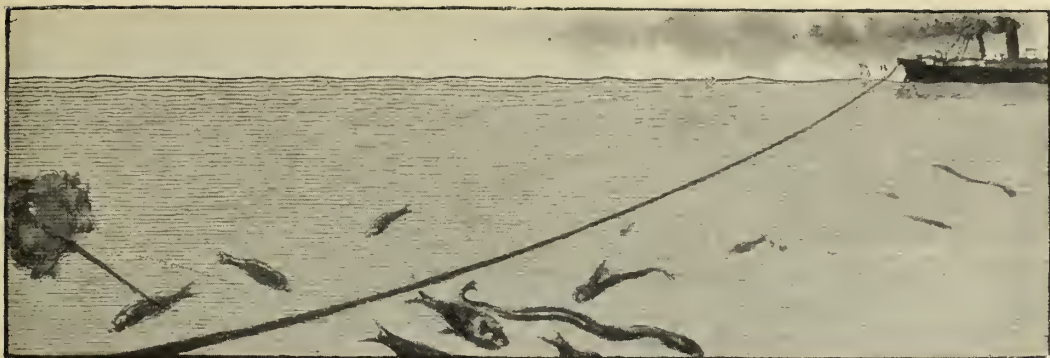
Faro di Cordovan
alle foci della Garonna.

Apparecchio interno.

Faro dell' *Enfant Perdu*
sulle coste di Caienna.

il lavoro di questa famosa statua. Così, il giorno 4 luglio 1884, anniversario della proclamazione della indipendenza degli Stati Uniti, il Lesseps in nome del Comitato, presentò ufficialmente e Levy Morton, ministro degli Stati Uniti, la originalissima offerta della Francia. Trasportata a Nuova-York fu collocata sull' isoletta di Bedloe, nella baia di Nuova-York, dalla parte di Jersey-City e fu inaugurata nell'ottobre del 1886.

Il faro galleggiante sul porto di Dunkerque.

Le dimensioni della statua della Libertà sono addirittura enormi, sorpassando di molto quelle dei più grandi monumenti innalzati fin allora; misura infatti 46 metri di altezza ed è situata su di un piedistallo di 27 metri. Il braccio destro, alzato in atto energico stringe una fiaccola, contornata di una balaustra, nella quale trovano posto dodici persone. L'indice della mano è lungo metri 2,45; ha una circonferenza di m. 1,44 e l'unghia ha le dimensioni di m. 0.35 per 0,26. La testa cinta da un diadema ha l'altezza di metri 4.40 e durante l'esposizione di Parigi del 1878 dove restò esposta, vi entravano 40 persone; il naso è lungo m. 1,12 e l'occhio misura m. 0,65 di larghezza.

La statua è modellata in foglie di rame martellato dello spessore di due millimetri e mezzo, sostenuta di una carcassa di ferro; il suo peso totale è di circa 200.000 chilogrammi, di cui 80.000 di rame e 120.000 di ferro. Il Berthelot riuscì a darle quelle gigantesche proporzioni costruendo prima un modello di m. 2.10, poi frazionandone la parti che ingrandì di quattro volte, avendone una statua della complessiva altezza di m. 8.50; le parti risuddivise di questo nuovo modello furono rimoltiplicate quattro volte e così la statua potette raggiungere le dimensioni che ha. L'armatura in ferro che la sostiene fu costruita dall' Eiffel, il costruttore della Gran Torre; essa è formata da una specie di pilone i cui punti di attacco sono sostenuti mediante tiranti metallici di 0.15 di diametro, fissati nelle fondazioni ad una profondità di otto metri.

CAVI TELEGRAFICI SOTTOMARINI

La necessità dei cavi telegrafici sottomarini — Il primo cavo nel Gange; la linea telegrafica sottomarina fra Dover e Calais — Il cavo telegrafico fra Genova e la Corsica — Il cavo transatlantico; i primi tentativi nel 1856 — 4000 chilometri di cavo sottomarino — L'impianto a Valenza — Le rotture del cavo; la prima spedizione si ritira — La seconda spedizione nel 1858; una grande burrasca; il cavo si spezza — Delusioni e speranze; il cavo è piazzato; l'inaugurazione — Il cavo non funziona; punto e da capo; il nuovo cavo lungo 4760 chilometri — Nuove interruzioni — I galleggianti; l'impresa è abbandonata — La terza spedizione; il nuovo cavo è a posto; l'inaugurazione nel 1866 — Una montagna di ghiaccio — La pesca del cavo del 1865; tentativi vani; il cavo è ricuperato; Valenza risponde; i cannoni tuonano a salve; il cavo con Terranova è completo — Gli altri cavi telegrafici del vecchio e nuovo mondo; i cavi popolano i mari — I cavi appartenenti a privati.

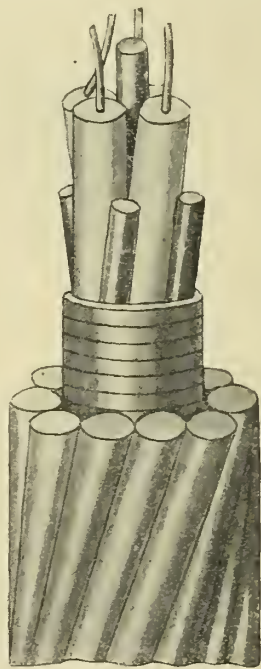
Correva da poco la locomotiva sulla prima ferrovia, quando un'altra grande invenzione offerse il mezzo di trasmettere a distanza, con una fulminea rapidità, qualunque notizia, e il telegrafo elettrico apportò in breve la fine di quello antico e tardo a segnali.

Le prime linee telegrafiche terrestri, secondo il nuovo sistema, si stabilirono in Germania nel 1837. Seguirono l'esempio l'Inghilterra nel 1840, l'America tre anni appresso e successivamente gli altri paesi, sì che a breve andare i fili metallici congiunsero le varie città e i varî Stati, eliminando, per lo scambio delle idee, i limiti dello spazio e del tempo.

Tutto ciò è senza dubbio ammirabile; ma più ancora stupefacente è il fatto che, con lo stesso sistema applicato sott'acqua, si può in un baleno manifestare oggidì il proprio pensiero perfino attraverso le immense distese del mare.

Il felice risultato dei cavi usati nelle linee telegrafiche sotterranee, rivestiti d'una materia isolante per impedire la dispersione della corrente elettrica, suscitò l'idea dei cavi sottomarini. Per questi però, oltre al perfetto isolamento ed alla inalterabilità della facoltà conduttrice, bisognava provvedere alla difesa dalle avarie alle quali sarebbero stati esposti, durante il tempo della messa in opera e restando in seguito sul fondo del mare. Gli esperimenti avevano infatti dimostrato che un cavo molto pesante e di sezione relativamente ristretta, per la propria gravità e per qualche brusca azione meccanica, era soggetto a spezzarsi nell'atto dell'immersione, e perciò si pensò di aumentarne il volume e di renderlo in ragione di questo molto meno pesante.

Dopo numerose prove, più o meno soddisfacenti, fatte qua e là, la prima vera linea subacquea fu quella stabilita nel 1839 da Shunghnessy, direttore generale dei telegrafi indiani, attraverso a un ramo del Gange, presso Calcutta. Nell'anno successivo, il professore inglese Wheatstone espose alla Camera dei Comuni l'idea d'una linea telegrafica da Dover a Calais; ma a quell'idea non tenne dietro per allora alcun fatto. Solo tre anni appresso riaccese la questione delle lunghe linee telegrafiche sottomarine l'opinione espressa dal celebre Morse, che fossero attuabili con successo non solo a breve distanza ma pur fra l'Europa e l'America.

Seguirono varî tentativi, e specialmente per ottenere il perfetto isolamento dei fili destinati alla trasmissione subacquea della corrente elettrica. Nel 1845 Ezza Cornell ne collocò uno nel fiume Hudson, in vicinanza di New-York, avvolto nel cotone ed isolato mediante il caoutchouch, e il tutto collocato entro a un tubo di piombo. Dopo lui il Siemens, a Berlino, e l'Armstrong, in America, esperimentarono con buon esito nell'acqua, per limitate lunghezze, alcuni fili conduttori rivestiti di guttaperca; e in appresso il Walker, direttore dei telegrafi della *South-Eastern Railway*, un simile filo immerso per circa quattro chilometri, che metteva capo da un lato a una nave e comunicava dall'altro con la linea telegrafica di Londra.

Il cordone sottomarino da Dover a Calais.

Il principio era dunque trovato e acuì naturalmente il desiderio di applicarlo a maggiori distanze. Così, nel 1850, i fratelli Jacob e John Watkins Breet attuarono la prima linea telegrafica sottomarina fra Dover e Calais. Vero è che il cavo di lì a pochi giorni si ruppe, ma se ne affondò presto un secondo che rispose pienamente allo scopo. Era esso formato di quattro fili di rame ricinti di canape, sego e catrame, con un doppio involucro di guttaperca ed un'armatura esterna di fili di ferro zincato. Aveva il diametro di undici centimetri e la parte sommersa era lunga 38 chilometri. E la nuova linea servì molto bene.

Susseguirono altre imprese congeneri, di guisa che in pochi anni fu stabilita la comunicazione telegrafica fra l'Inghilterra e l'Irlanda; fra il Nuovo Brunswick e l'isola Prinz Edward; fra Dover e Ostenda; fra Helsingör e Helsingborg, ed altrove. Il Mediterraneo accolse nel 1854 il primo suo cavo telegrafico fra Genova e la Corsica.

Lo scopo interamente raggiunto con quelle linee e la fiducia sul giudizio esposto più anni addietro dal Morse, indussero l'americano Cyrus Field a imprendere un'opera ben più grandiosa: quella di un cavo attraverso l'Atlantico. Per esperimento volle da prima stabilire la comunicazione sottomarina fra New-Yorck e l'isola di Terranova, e commise per essa il cavo in Inghilterra. Fallì con questo il primo tentativo, ma il Field non si perdette d'animo e provvide un altro cavo, che fu calato senza inconvenienti nel 1856, rispondendo perfettamente all'aspettativa.

Ma ben più ardua era la seconda parte dell'opera, la continuazione cioè della linea fino in Europa. Il Field fece eseguire degli accurati scandagli nell'Atlantico, dai quali risultò che fra l'isola di Terranova e l'Irlanda la profondità del mare variava da 1800 a 4000 metri, eccetto qualche punto dove oltrepassava i quattro chilometri. Intanto egli fondò l'*Atlantic Telegraph Company*, e, incontrando la sua impresa egual favore in patria come in Inghilterra, raccolse in breve tempo il capitale di 350.000 sterline (lire italiane 8.750.000), e la questione finanziaria fu così risoluta.

Distando 3100 chilometri la città di San Giovanni, a Terranova, da quella di Valenza, in Irlanda, estremi punti della linea progettata, si assegnò al cavo la lunghezza di 4000 chilometri, per compensare le ondulazioni del fondo e le prevedibili deviazioni del cavo stesso durante l'immersione. La costruzione del conduttore e il suo rivestimento di guttaperca furono affidati all'officina di Glass ed Elliott, a Greenwich, e l'armatura esterna a quella di Nervall, a Birkenhead.

Disposizione del cordone da Dover a Calais nella stiva del Blazer.

Formavano il conduttore sette fili di rame insieme attortigliati, e lo ricoprivano sei strati di guttaperca racchiusi in uno di stoppa, impregnata d'una composizione di pece e catrame. Proteggeva il tutto una fasciatura di funicelle composte, ciascuna, di sette sottili fili di ferro. Si è calcolato che la complessiva lunghezza di quei fili di rame e di ferro corrispondeva a 13 periferie del circolo massimo della sfera terrestre. Benchè assai meno voluminoso di quelli usati fino allora, il cavo pesava 2600 tonnellate. Il costo era di 5 milioni.

Per l'imbarco dell'enorme fune gli Stati Uniti fornirono il *Niagara* e l'Inghilterra l'*Agamemnon*, grosse navi a vapore, e come ausiliari quelli il *Susquehanna* e l'altra il *Leopard* ed il *Cyclope*.

Eseguito il carico, il *Niagara* doveva cominciare l'affondamento del cavo a Valenza e procedere finchè avesse immersa tutta la porzione ch'esso portava, e poi l'*Agamemnon* avrebbe saldato in pieno mare i capi delle due porzioni, e così proseguiva l'opera fino a Terranova. Il conto tornava benissimo, ma lo si era fatto senza l'oste.

Profondità del mare fra Terranova e l'Irlanda.

Il 5 agosto 1857 l'estremo del cavo fu fissato nell'ufficio telegrafico di Valenza, e due giorni appresso la flottiglia si allontanò da quel porto.

Il primo guaio avvenne a una decina di chilometri da terra: il cavo, per negligenza di chi era incaricato di sorvegliare al regolare suo svolgimento, imbrogliatosi nel meccanismo, si ruppe di netto. Si potè però nel giorno stesso ripescare il pezzo perduto, e, riattaccatolo al rimanente, si ripigliò il cammino.

Il 12 agosto la flottiglia trovavasi a più di 500 chilometri dalla costa, quando il mare si fece grosso. Il *Niagara* filava da 3 a 4 nodi soltanto e il cavo, tratto da un'ignorata corrente sottomarina, deviava assai. D'improvviso una falsa manovra del macchinista frenatore ed una contemporanea scossa prodotta da un'ondata lo stroncarono. La profondità toccava in quel punto i tre chilometri e mezzo, ed era il mare così agitato, che fu vano il tentare di ricuperare il cavo sommerso. Oltre a ciò si constatò che per il tratto percorso si erano già impiegati tanti chilometri di cavo da inferirne che la sua totale lunghezza non sarebbe stata sufficiente per la linea intera. Fu quindi deciso il ritorno. E mentre le navi viaggiavano per l'Inghilterra, era colà un'ansia dolorosa per l'ostinata inazione del filo che aveva dato da prima frequenti notizie sul felice procedimento dell'operazione.

Ma la sfortunata prova non distrusse la fede e il coraggio degl'iniziatori e degli azionisti dell'impresa, e fu commesso un nuovo cavo, per aver la necessaria lunghezza coll'unirlo alla parte ancora disponibile dell'altro, e fu stabilito di cominciare questa volta l'immersione nel bel mezzo dell'Oceano, donde, fatta la saldatura dei due capi, l'*Agamemnon* ed il *Niagara* avrebbero filato in opposte direzioni verso le due coste, gittando ciascuno il proprio cavo, e comunicando di continuo fra loro mediante la corrente elettrica.

La seconda spedizione salpò in giugno del 1858 e principiò male. L'*Agamemnon*, più debole del *Niagara*, portava la metà del cavo, ora più lungo che la prima volta, e il carico era per esso eccedente. Per giunta, una porzione del cavo, lunga parecchie centinaia di chilometri, stava sul ponte ad un livello molto superiore al metacentro della nave, sicchè, per poco che il mare

fosse stato agitato, quella massa troppo in alto avrebbe prodotto un beccheggio ed un rollio pericolosi.

E infatti, un giorno che il mare imperversò, quel cavo scappò dai suoi ritegni e, scorrendo, come una gigantesca serpe, in ogni senso, storpiò e schiacciò varî marinai, e la fregata, invasa dall'acqua, ebbe estinti i fuochi delle macchine e fu a un pelo di andar a picco. Cessata la tempesta, che durò sessantadue ore, l'*Agamemnon*, per lungo tratto sviato, potè alfine raggiungere il *Niagara*, l'equipaggio del quale lo credeva bell'e perduto.

Fatta la congiunzione dei cavi, le due navi si separarono, ma le divideva appena qualche chilometro quando rimbombò dal *Niagara* il cannone d'allarme. Per una mossa sbagliata, il cavo si era spezzato. Le navi si riaccostarono, ed eseguita una nuova saldatura dei cavi, si ricominciò l'immersione. La si era eseguita su d'un tratto di 600 chilometri allorchè la corrente rimase di colpo interrotta. Questa volta il cavo si era spezzato sott'acqua. Bisognò rifarsi da capo, ma gl' ingegneri stabilirono di rinunziare all'opera qualora fosse avvenuta una terza rottura. E, malgrado tutta l'attenzione e le cure, il 29 giugno avvenne sott'acqua anche la terza rottura, e la flottiglia si avviò senza altro tentare verso il porto...

Il cavo Atlantico del 1857.
1. Il cavo lungo le coste. 2. Il cavo immerso nel mare.
(grandezza naturale).

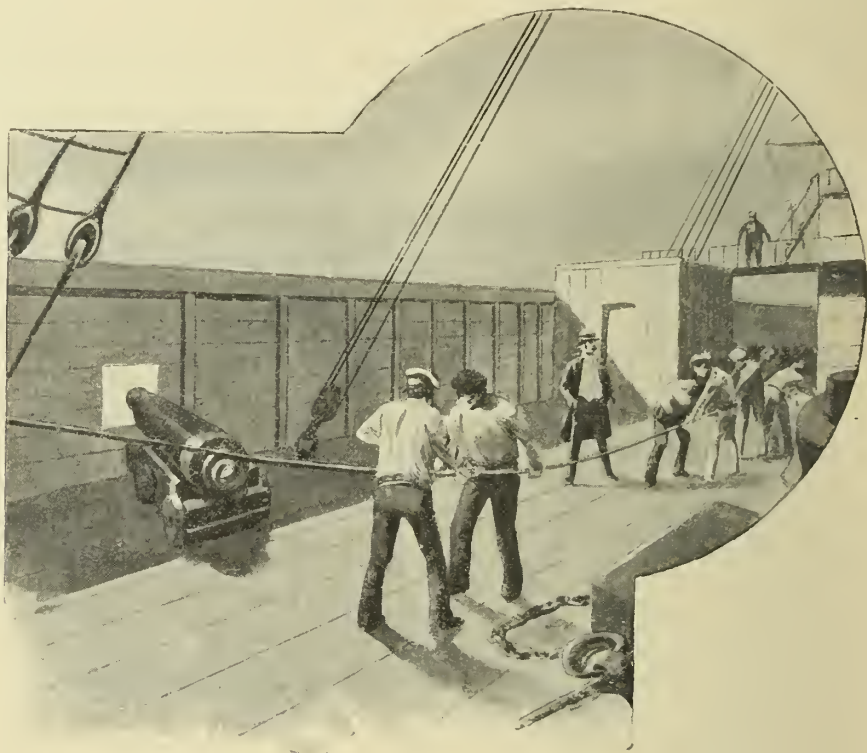
Eppure i più non si disanimarono ancora, e come gli avanzi a bordo e le riserve nei magazzini della Compagnia fornivano una sufficiente lunghezza di cavo si decise di ritentare senza perdita di tempo la prova.

Verso la fine di luglio del 1858 il *Niagara* e l'*Agamemnon* si trovavano di nuovo in mezzo all'Oceano. Non mancarono anche in quella occasione gli avversi incidenti, fra i quali quello della comunicazione interrotta, ma poco durò la paura, poichè, senza che si sapesse spiegar poi l' insperato avvenimento, la corrente si rinnovò d'improvviso. Ma l'*Agamemnon* giunse senz'altri malanni in vista di Valentia, e in pari tempo il *Niagara* gli annunziava d'aver posato a terra l'estremo del suo cavo, e così il 5 agosto 1858 la grande impresa era compiuta.

Si fece l'inaugurazione il 13 dello stesso mese, e fu un delirio di gioia sulle due coste dell'Oceano e un vivo scambio di telegrammi di felicitazione.

Ben presto però al gaudio doveva succedere la delusione. L'azione della corrente nel cavo sottomarino divenne a grado a grado meno efficace, e per quanto se ne aumentasse la potenza con le macchine, il cavo, dopo ventitrè giorni, non tramandò più alcun segnale.

Fu allora che a Cyrus Field, dianzi celebrato come il geniale apostolo della civiltà del Secolo XIX, tutti gridarono la croce addosso, e l'accusarono persino d'aver posto in opera un cavo difettoso per aprirsi la via ad un nuovo affare. Dal Campidoglio alla Rupe Tarpea!

Gl'ingegneri telegrafisti e gli scienziati studiarono non pertanto le cause dell'inaspettata jattura e i rimedii. E varî azionisti, oltre ai direttori della Compagnia, si apprestarono a rinnovare la prova, fidando in una piena e definitiva vittoria. Ma la maggior parte del pubblico non divideva quelle rosee spe-

Congiunzione delle estremità del cordone atlantico eseguita a bordo del *Niagara.*

ranze e trascorsero perciò sei anni prima che la Compagnia riuscisse a raccogliere la somma necessaria alla novella intrapresa.

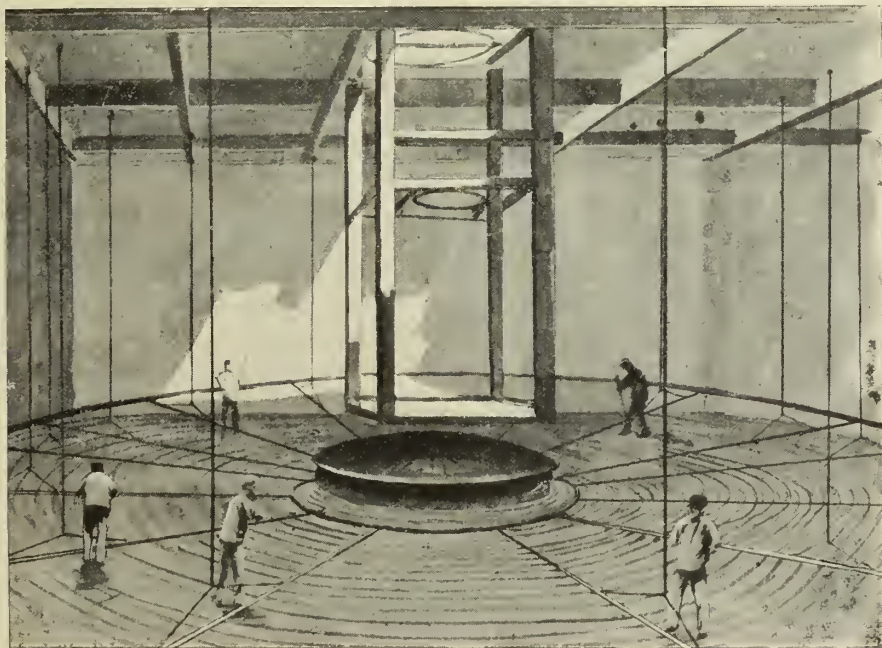
Il cordone conduttore del nuovo cavo era composto di sette fili di purissimo rame, uno dei quali diritto e gli altri avvolti a spirare intorno ad esso, e aveva la grossezza di quattro millimetri, doppia cioè di quella del cavo precedente. Lo rivestivano otto strati alternati di guttaperca e d'un mastice destinato a turare qual si fosse piccolo meato della gomma. Prima di munirlo dell' armatura esterna si eseguirono numerosi saggi per accertarsi del perfetto isolamento e della conducibilità del cordone metallico. E lo si armò da ultimo con un sviluppo di dieci fili di ferro, ognuno dei quali era grosso due millimetri e mezzo, e fasciato con canape incatramato, che difendeva a un tempo il ferro dall'ossidazione e diminuiva notabilmente il peso specifico del cavo. Infatti, mentre aveva una resistenza più che doppia, il cavo non pesava nell'acqua più di quello del 1858. E la Compagnia, per ovviare ad ogni eventualità, lo volle lungo 4760 chilometri.

La parte poi che doveva essere immersa in vicinanza delle coste, come quella ch'era più soggetta ad esser danneggiata dalle áncore, la si costrusse più voluminosa e più resistente, e per facilitare la congiunzione col resto la

si fece verso l'estremo gradatamente più sottile in modo che avesse il capo della stessa grossezza di quello. Il tutto costava 17 milioni e mezzo.

Per trasportare l'enorme peso più non bastavano il *Niagara* e l'*Agamemnon*, e si ricorse al *Great-Eastern*, il grande piroscafo cui accennammo precedentemente, lungo 209 metri e largo 25. Compiuto il carico, la gigantesca nave lasciò Liverpool, recando un peso di 22,500 tonnellate, e non mostrava d'averne troppe. Il 21 luglio arrivò in Irlanda, e non appena fu eseguita la giunzione del cavo della costa col sottomarino filò verso l'alto mare.

A poco più di 150 chilometri dalla sponda europea il galvanometro segnò una notevole depressione della corrente. Con la convinzione che il difetto fosse a piccola distanza, s'imprese a rialzare il cavo, ma bisognò retrocedere per 85 chilometri. Finalmente un marinajo scoperse la causa della quasi totale dispersione della corrente: era un pezzetto di ferro appuntito che, conficcato nel cavo, penetrava fino al cordone conduttore. Ragionevole quindi il sospetto che l'avesse posto qualche tristo, intenzionato di mandar a male l'impresa. Riparato il guasto, il *Great-Eastern* riprese la via verso ponente.

Di lì a tre giorni avvenne un altro disordine e questa volta l'indice dello

Il canapo atlantico collocato sulla stiva del Great-Eastern.

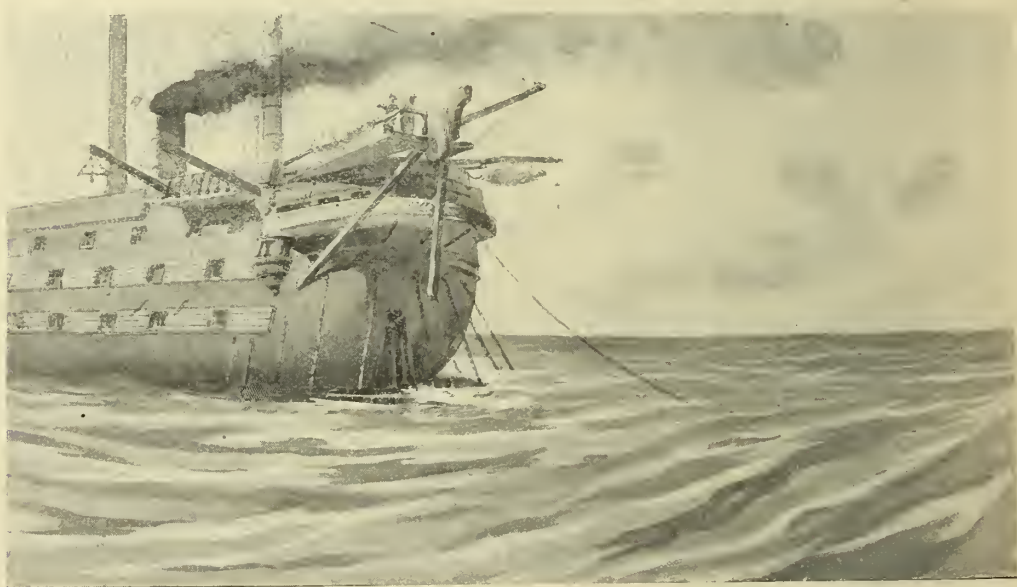
strumento era del tutto immobile. Si dovette nuovamente tornar indietro e trarre il cavo dall'acqua. E dopo tre chilometri apparve un altro ferruzzo infitto nel cavo. Non più dubbio, fra gli operai addetti all'immersione si celava un traditore. E non potendolo scoprire si mutarono tutti.

Il 2 agosto, quando si erano già immersi circa 1700 chilometri del cavo e si navigava sul tratto più profondo dell'Oceano, il galvanometro indicò ancora un'altra fuga. Mentre si tirava su il cavo, affine di porre a quella riparo,

la smisurata nave, che non scrollavano punto le ondate, ebbe una scossa. Il cavo era spezzato.

Scrisse il Russel, corrispondente del Times:

« Il terrore, il disinganno amaro che s'impossessò di tutti coloro che videro la disgrazia, o che la riseppero di mano in mano che la notizia si sparse su tutta la nave, non si può descrivere con parole; parecchi spettatori ruppero perfino in pianto. La superficie del mare, illuminata allegramente dal sole, si stendeva all'intorno fin dove giungeva l'occhio, e nessun segno distingueva il punto dov'erano sepolte tante speranze ».

Cessato lo sbalordimento, i capi della spedizione vollero far il possibile

L' Agamennone cala il cordone atlantico.

per ripescare il cavo, con tutta la difficoltà opposta da una profondità di oltre quattro chilometri e con la paura che nessuna gomena reggesse allo sforzo. Si gettò dunque un grappino fissato ad una gomena di conveniente lunghezza e poi che toccò il fondo, la nave camminò su e giù, trasversalmente alla linea del cavo sommerso. Dopo quindici ore di piccole bordate, il grappino l'aveva finalmente afferrato, e si cominciò a tirarlo su pianamente. Ma come giunse presso che a metà dell'altezza si schiantò la gomena, e il cavo si sprofondò nuovamente. Si fecero tre altri tentativi egualmente infruttuosi, dacchè il cavo, a minore o maggior distanza dalla superficie del mare, rompeva sempre il sostegno e ripiombava nella sconfinata profondità delle acque.

Si lasciò quindi un segnale galleggiante in rispondenza alla linea del cavo sommerso, col proposito di ripescarlo in altro tempo mediante più solidi arnesi, e si diresse la prora verso l'Inghilterra.

Le gravissime spese fino allora vanamente sostenute non distolsero la Compagnia dalla lotta, e venne anzi deliberato di gettare da prima un nuovo cavo e di stabilire poi una seconda linea, ricuperando il cavo perduto e pro-

lungandolo fino alla costa di Terranova. La sottoscrizione aperta per l'occorrente capitale fu tanto più fortunata di quello che la Compagnia stessa non lo avesse sperato.

Nel giugno del 1866 il nuovo cavo era compiuto. Poco differiva da quello dell'anno precedente, ma era più leggiero e più flessibile, e per conseguenza meno soggetto alla rottura, contenendo fra il rivestimento isolatore del cordone conduttore e l'armatura un grosso strato di canapa indiana. Nell'acqua non pesava che 400 chilogrammi al chilometro. E si fecero più resistenti dei primi anche i cavi delle coste coll'armarli di dodici grossi fili di ferro ricinti di canapa. Gli altri preparativi consistevano in miglioramenti nei mezzi meccanici, specialmente nella macchina da risollevare il cavo sommerso, ed in robuste gomene della grossezza di 16 centimetri, interamente composte di fili di ferro, ed in grossi segnali galleggianti.

Segnale galleggiante per fissare il luogo del canapo atlantico perduto.

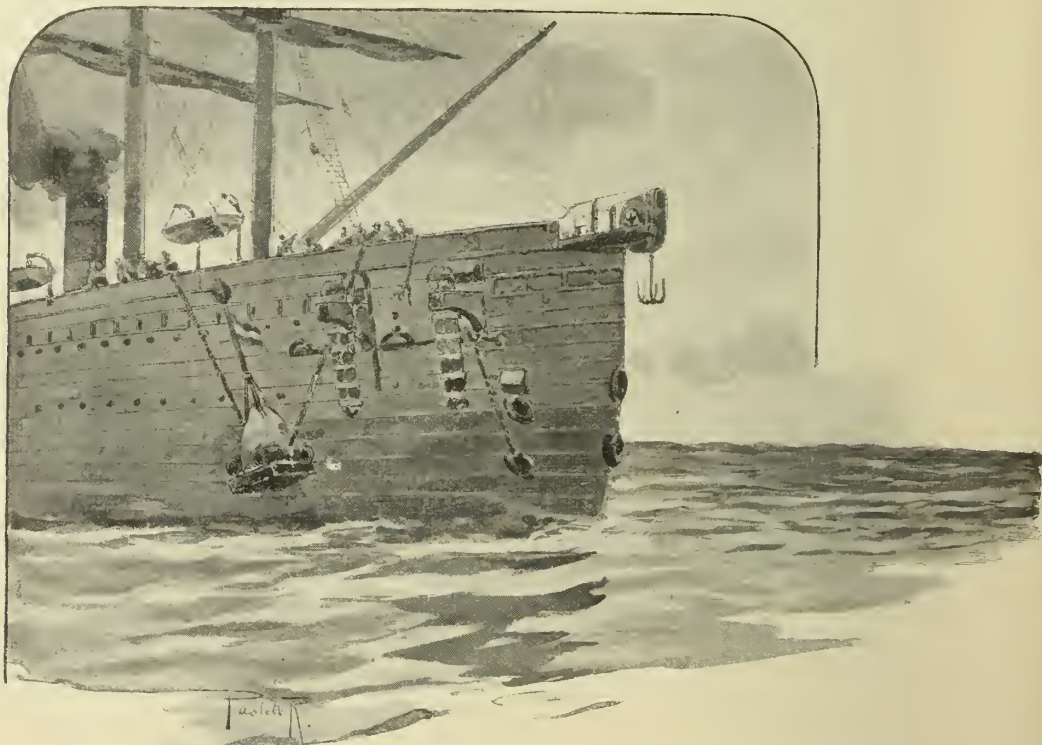
Fatta la congiunzione dei due cavi presso la costa, il 13 luglio 1866 il *Great-Eastern* fece rotta per l'America in compagnia delle navi ausiliarie *Medway*, *Terrible*, *William Cory* ed *Albany*.

E neppur questo viaggio fu senza forti emozioni. Il quinto giorno, poco dopo il mezzodì, sonò la campana d'allarme e fu un batticuore per tutti, ma la cosa finì con una filza d'imprecazioni all'elettricista di servizio che aveva per errore comunicata la corrente al filo della campana.

E, scesa la notte, accadde un fatto più serio. Per una momentanea disattenzione dei sorveglianti, forse vinti dal sonno, nel serbatoio dove andava svolgendosi il cavo, questo si aggrovigliò formando un gran numero d'intrigatissimi nodi, che misero per due ore a dura prova l'abilità dei marinai. Proprio in quel mentre il mare s'era fatto grosso e aveva peggiorata la

situazione... Si dovette naturalmente arrestare la nave, e si pensava già a rinunziare a quel pezzo di cavo, troncandolo, quando si riuscì finalmente a sbrogliar l'inviluppo. Fortuna che non si avverò la temuta rottura di quello che pendeva al di fuori.

Il 25 luglio una densa nebbia, indizio del resto della vicinanza della terra, impediva la vista da nave a nave, e per non disperdersi si dovette ricorrere a continui segnali coi fischî del vapore e con le cannonate.

E già erano a poche ore di distanza da Terranova quando si manifestò un grave pericolo. Un'immane montagna di ghiaccio avanzava veloce verso

Il *Great-Eastern* lancia un segnale nel mare per fissare il posto del canapo atlantico perduto.

il *Great Eastern* che, per quanto grosso, sarebbe rimasto schiacciato. Per somma ventura, il terribile masso, già presso alla nave, si fermò a un tratto, oscillò un istante sulla sua base e, spinto da una corrente, mutò direzione. Poco appresso, diradatasi la nebbia, apparve da lontano, indorata dal sole, la sospirata costa. La salutarono fragorosi applausi, e ne fu tosto trasmessa la notizia a Valenza, che rispose con felicitazioni e la diramò a tutta la capitale. Il 27 luglio il *Great-Eastern* entrava nella baja di Heart's Content.

Il cavo sottomarino fu presto unito a quello terrestre, e da quel momento la comunicazione elettrica fra l'Europa e l'America non patì più alcuna interruzione. E il 4 agosto s'inaugurò l'esercizio pubblico della nuova linea.

Restava la seconda e non meno ardua parte dell'impresa: la ricuperazione ed il prolungamento del cavo del 1865. Partirono prima le navi *Terrible* ed *Albany* e le seguirono pochi giorni appresso il *Great-Eastern* e la *Medway*.

Il 12 agosto l'*Albany* aveva afferrato il cavo sommerso e appesa la gomena del grappino alla catena di un galleggiante; ma la catena del galleggiante si ruppe e andarono perduti 4000 metri di fune metallica.

Nel giorno susseguente dal *Great-Eastern*, portatosi a circa 28 chilometri dall'estremo del cavo, si calò sul mezzodì il grappino che toccò il letto alla profondità di 4000 metri. Senonchè l'impeto del vento e l'ira del mare impedirono di far altro, e alla sera si credette opportuno di tirar su il grappino. E il tempo non si abbonì e non permise di rimetterlo in mare che due giorni appresso. Si ritrovò il cavo verso il tramonto e si pose mano a sollevarlo dal fondo. Nel frattempo si calò in mare il più grosso galleggiante che pesava 35 quintali. Il cavo era giunto a metà dell'altezza, ma non appena si ebbe fissata la gomena, che lo sosteneva, alla catena del galleggiante la gomena si ruppe e il cavo ricadde con essa.

Il cavo del 1865 (grandezza naturale).

L'indomani il *Great-Eastern* si recò ad una decina di chilometri di più verso levante, e ricominciò il suo lavoro. Il grappino abbrancò il cavo mentre si faceva notte, e si pensò di attendere il mattino per iniziare il sollevamento. Alle 10 e mezza quasi tutta la gomena del grappino era risalita a bordo, e tutti gli sguardi erano volti al mare, nell'attesa che ne spuntasse il benedetto cavo. All'apparire del grappino e del cavo scoppiò un applauso generale. Chi non avrebbe creduto alla vittoria? Ma in quello il grappino si scosse e s'inclinò, ed il cavo, scivolato dai ganci, precipitò. E varie altre prove ebbero la medesima sorte, talchè quasi tutti avevano perduto la speranza e il coraggio di riuscire nell'ardua impresa.

Cavo della costa dell'anno 1865 (grandezza naturale).

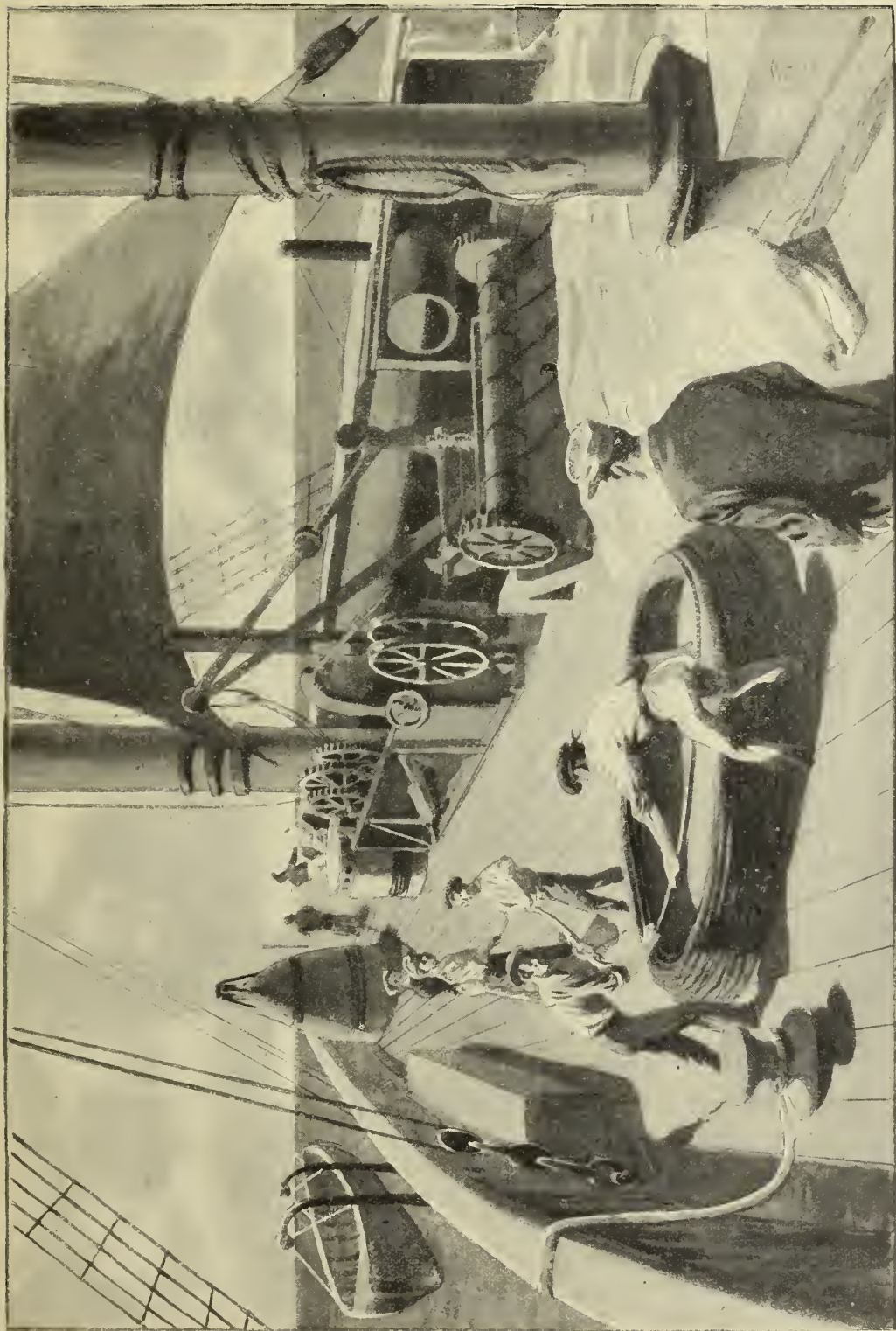
Nel mattino del 1.° settembre il *Great-Eastern* aveva innalzato a circa un chilometro e mezzo dal fondo e sospeso il cavo ad un galleggiante, alla distanza di circa 176 chilometri dal capo del cavo. Si portò poi a qualche chilometro più verso ponente, e la *Medway* andò ancora più lungi: le due navi riuscirono a sollevare anche colà il cavo a notevole altezza e ad assicurarlo ad altri due galleggianti. Ed ora era d'uopo di alleggerirlo verso l'estremo dal peso del grappino e della gomena perduti dall'*Albany*, troncandone una porzione. N'ebbe la *Medway* l'incarico, e mediante un grappino munito di lame taglienti lo compì felicemente. Giuntane di sera la buona novella al *Great-Eastern*, si continuò a lavorare nella notte e ad un'ora il cavo uscì un'altra volta dal mare.

Sentiamo lo Schellen nella sua relazione:

« Tutto l'equipaggio era sopra coperta; nessuno pensava a dormire. Erano circa le tre quando si potè rimettere in moto i rulli per tirare il cavo a bordo; ma soltanto alle tre e mezza se n'era tirato su tanto da poterne introdurre il capo nella camera degli esperimenti. Qui apparve l'elettricista William Smith con in mano l'estremità del cavo. In pochi secondi, mentre tutti gli occhi erano rivolti a lui, egli mise a nudo il filo di rame di quel capo del cavo e lo pose in comunicazione cogli apparecchi... In quell'oscura cabina regnava il più profondo silenzio, non interrotto che dal tic-tac del cronometro. Smith mandò il primo segnale in Irlanda; si vide l'indice luminoso del galvanometro a riflessione correre rapidamente su e giù sulla scala e quindi tornare in riposo. Tutti aspettavano, silenti, la risposta, ma questa non arrivò. Dopo cinque minuti si fece un altro segnale, e neppur quella volta si ricevette alcuna risposta. L'ansia era indescrivibile, quando, scorsi altri cinque minuti, si spedì a Valenza il terzo segnale. Passato appena un minuto, l'indice luminoso si mosse come per proprio impulso; la risposta da Valenza era giunta, Smith mandò un grido di gioia, l'eco del quale si ripercosse nella camera degli esperimenti e in tutta la nave ».

Saldato il nuovo al cavo riacquistato, il *Great-Eastern* filò alla volta dell'isola di Terranova, dove arrivò l'8 settembre fra il festoso tuonare dell'artiglieria. E dopo tante angosciose peripezie anche il secondo cavo posò sulla sponda americana.

Le due linee transatlantiche avevano costato milioni e milioni, ma fruttarono in modo che la Compagnia potè compensare con grossi dividendi gli azionisti che le avevano serbato fede fino all'ultimo; e quelli che avevano vendute le proprie azioni si morsero le dita. Il pieno successo delle linee transatlantiche invogliò le varie nazioni a compiere simili imprese, e in ogni mare procedette febbrilmente il lavoro, e si moltiplicarono i cavi sottomarini.

Al presente l'Europa comunica con l'America mediante dieci cavi elettrici, sei dei quali partono dall'Irlanda o dall'Inghilterra, due da Brest e due da Lisbona. Altre due linee si spiccano da Bombay e allacciano l'Inghilterra alle Indie, toccando Aden, Suez, Alessandria, Malta e Marsiglia. Un'altra lega Malta a Falmouth, per Gibilterra e Lisbona. L'Inghilterra poi ha diretta comunicazione con la Francia mediante otto cavi affondati nella Manica; col Portogallo per un cavo che passa per Vigo e mette capo a Lisbona; con la Spagna per due cavi tra Falmouth e Bilbao; con la Germania per quattro stabiliti fra Emdem e Lowestoff; con la Norvegia per due; e per altri con la Svezia, la Danimarca, l'Olanda ed il Belgio. Di più gl'Inglesi hanno proprie linee fra Tripoli e Malta; Malta e la Sicilia; Alessandria ed Otranto, toccando Candia e Zante; Alessandria e Porto Said; Suez ed Aden, toccando Suakim; Djeda e Suakim. Nell'Oceano Indiano corre un cavo fra Madras e l'Australia, il quale allaccia Singapore, Pennang e Java. E nel Mar della China gl'Inglesi possiedono altri cavi che mettono in comunicazione Singapore, Saigon, Hong-Kong, Shangai, il Giappone, la Corea e la Siberia. E stabilirono pure un cavo nel golfo Persico e in quello d'Oman, fra l'India e Fao nella Turchia asiatica, toccando Buschir e Iask in Persia. Un altro cavo parte da Cadice e va al Senegal, passando per le Canarie; un altro va da Aden al Capo, toccando Zanzibar, Mozambico e San Lorenzo; un altro è fra Loanda e Rolama.

Manovre a bordo del Great-Eastern per ripescare il cavo del 1865.

L'Australia è collegata alla Nuova Zelanda mediante un cavo fra Sydney e Nelson; e la Francia all'Algeria da una tripla linea sottomarina fra Marsiglia ed Algeri, e alla Spagna da una simile linea fra Marsiglia e Barcellona. La Russia è unita alla Danimarca da un cavo fra Libau e Copenhagen, alla Svezia da tre altri fra Nystad e Stoccolma, a Costantinopoli dalla fune subacquea che parte da Odessa e dalla capitale turca si prolunga per il Mar di Marmara e per l'Arcipelago fino a Salonicco. L'Austria ha solo il cavo sottomarino che da Trieste mette capo a Corfù e a Zante.

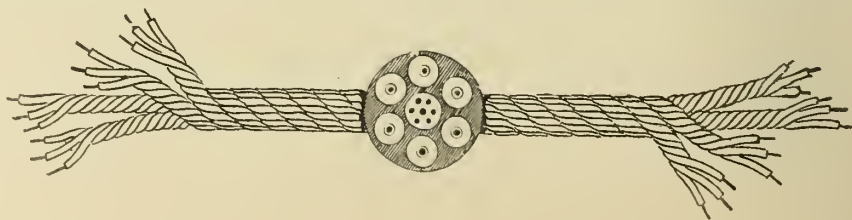
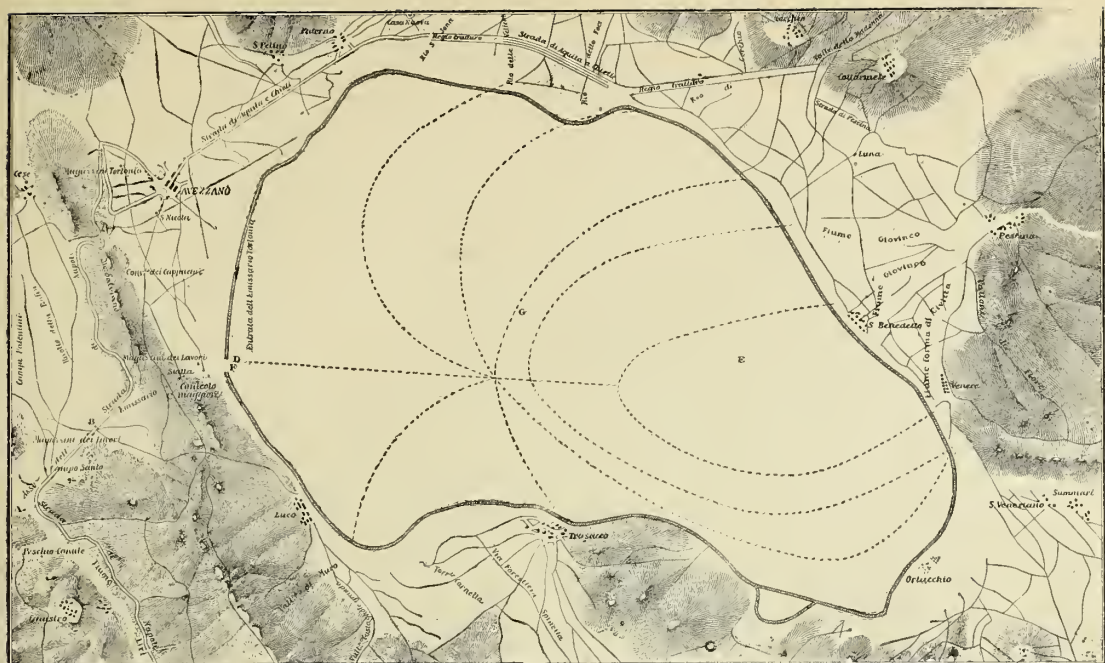
L'Italia comunica con la Turchia mediante il cavo che va da Otranto a Vallona; e la Sardegna e la Corsica col continente europeo mediante due cavi, uno pertinente alla Francia e l'altro all'Italia, che possiede un altro cavo fra Massaua, Assab e Perim.

Il sollevamento del cavo.

In America collega le Antille tutte un cavo, che da Georgetown, nella Guiana inglese, va agli Stati Uniti; un altro unisce la Giamaica con Colon e l'istmo di Panama; un altro, lungo la costa orientale, corre da Partavo a Buenos Ayres, toccando San Pedro, Pernambuco, Bahia, Rio Janeiro, Santos, Desterro, Riodesol, Chuy e Montevideo; un altro, lungo la costa occidentale, parte da Tehuantepec, nel Messico, e finisce a Valparaiso, nel Chili, mettendo in comunicazione le interposte città principali; infine un altro cavo nel golfo de Messico unisce Veracruz e Tamoico a Galveston. E il mar Caspio è pure attraversato da una fune sottomarina fra Bahu e Krasmowodsk.

Ai cavi delle società e dei governi, bisogna poi aggiungere quelli privati messi in mare dal milionario americano Gordon Bennet, il Creso dei giornalisti, per il servizio del *New-York Herald* fra la capitale degli Stati Uniti e quelle d'Inghilterra e di Francia.

Si può dire quindi che i cavi aerei e quelli sotterranei e quelli sul fondo dei mari formano una fitta rete intorno al mondo intero, sui fili della quale passa veloce quanto il pensiero la misteriosa forza che è potente strumento delle comunicazioni intellettuali dei popoli e del rapido progresso moderno...

Carta generale del Lago di Fucino.

PROSCIUGAMENTI E BONIFICHE

In Olanda: Il Lago di Harlem e la macchina Leghwater — Altri apparecchi — Il costo della prosciugazione — Il nuovo *polder* e il suo bacino — Il prosciugamento del Zuiderpolder e del Zuidersee — Spese enormi! L'utilità — *In Italia:* Il Lago di Fucino — Torlonia e i suoi milioni — I lavori di prosciugamento — I risultati — Il Lago Trasimeno — I lavori — L'inaugurazione — Le bonifiche compiute e progettate Le grandi «risorse» agrarie da esse derivanti, ecc. ecc.

Fra le grandi opere del secolo XIX non vanno trascurati i prosciugamenti di varî laghi e paludi che, mentre risanavano l'aria, fornivano all'agricoltura nuove ed ampie distese di feraci terreni. Di essi noi diremo sommariamente, cominciando dal paese più basso d'Europa e quindi più paludoso.

In Olanda, dove fu il lago di Harlem, non c'erano sul principio del secolo XVI che delle piccole paludi isolate; ma, per la depressione e natura del suolo, per gli scoli dei superiori canali e per l'esportazione di quella fertilissima terra, di cui si giovavano i coltivatori nei giardini e nei vivaî, le paludi si dilatarono a poco a poco finchè formarono un unico specchio, e questo si allargò a sua volta tanto da sconvolgere e seppellire nella mota parecchi villaggi. Il lago, nei primi anni del secolo presente, aveva già un'estensione di ben dieciottomila ettari, e spesso, ingrossando, impaludava vasti tratti della circostante campagna e vi generava la malaria.

Non si tardò a pensare a un prosciugamento e varii progetti si segui-

rono; ma il Governo evitò sempre di mettersi all'arduissima impresa. Finalmente, avendo una Commissione giudicato necessario il prosciugamento, il Governo ne fissò l'esecuzione con legge 2 aprile 1839, alla quale sussegui un Decreto Reale che stabiliva lo si dovesse fare con sole macchine a vapore.

Gl'ingegneri inglesi Dean e Gibbs presentarono allora il progetto della macchina *Leeghwater*, che venne costruita a titolo di prova, e poi ch'essa diede soddisfacentissimi risultati se ne costrussero due altre consimili, che furono denominate *Cruguius Lijnden*.

La Leeghwater è a due cilindri verticali, uno entro l'altro, con due stantuffi, l'esterno dei quali a sezione anulare. Il vapore innalza a un tempo i due stantuffi, agendo su quello interno, e quindi agisce per espansione sull'esterno, e affretta la discesa di tutti e due, già incitata dal peso loro e da contrappeso. È questo costituito da un disco di diciotto tonnellate, sopportato da una asta fissata allo stantuffo centrale e da quattro altre collegate con quello anulare. In giro al disco sono attaccati da un capo i bilancieri, ciascuno lungo metri dieci e del peso di dieci tonnellate, i quali imprimono coll'altro capo il moto alle pompe. La macchina ha undici bilancieri e undici pompe in ferro del diametro di metri 1.60. Gli stantuffi hanno la corsa di metri 2.85 e possono fare sei colpi al minuto. Generalmente si lavora con sole nove pompe e con 351 cavalli di forza, e ciascuna pompa solleva circa otto metri cubi d'acqua ad ogni colpo di stantuffo, ad un'altezza di metri 4.50 a 5.00. Il medio consumo di carbone è di chilogrammi 3.80 per ora e per cavallo.

Il polder del Lago di Harlem.

La Lijnden e la Cruguius sono ambedue fornite di otto pompe col diametro di metri 1.85, delle quali non lavorano generalmente che sette, e sviluppano una forza di 364 cavalli. Gli stantuffi delle pompe dànno sei colpi e mezzo al minuto con una corsa di metri 2.85, e innalzano ad ogni colpo metri cubi 6.50 d'acqua a circa 5 metri d'altezza. Il consumo di carbone è di 3 chilogrammi per ora e per cavallo. Ciascuna delle tre potentissime macchine, compreso il relativo fabbricato, costò in media lire 2.150.000.

Agì da prima la sola Leeghwater per ore 9075, quindi tutte e tre le macchine insieme per ore 35.852, e al 1.° luglio 1852, poi ch'ebbero esaurito

832 milioni di metri cubi d'acqua, rimase il lago di Harlem compiutamente essiccato.

Coll' intero prosciugamento non finì però l' opera delle macchine, poichè, giacendo il suolo a metri 3.50 e fino a 4.60 sotto il medio livello del mare, fu d'uopo provvedere allo smaltimento delle acque piovane, molto abbondanti colà, e di quelle d' infiltrazione, e perciò dovettero agire le pompe per buona parte dell'anno.

Pianta del Zuidersee.

La spesa del prosciugamento raggiunse quasi i 30 milioni. Il Governo poi, destinando una parte del terreno, generalmente di natura argillosa e fertilissimo, alla costruzione di villaggi, ne vendette 16842 ettari al prezzo medio di lire 1017.73 all'ettaro, riscosse cioè poco più di 18 milioni in tutto. Non fece dunque un grasso affare, ma il disavanzo è in parte compensato dalle imposte sui fondi venduti, che salvano capra e cavolo.

Il nuovo *polder* — così son detti in Olanda i numerosi terreni ivi esistenti a sì depresso livello da necessitare l'artificiale smaltimento delle acque d'infiltrazione e di pioggia — comunica verso mezzogiorno col Mare del Nord mediante il canale di Katwyk, e verso tramontana col Zuiderzee, o Mare del Sud, mediante il canale di Spaarndam. È circondato da un argine lungo 59 chilometri, che supera il livello dell'alta marea, e da un naviglio di larghezza variabile da 38 a 45 metri, e profondo 3 metri.

Il *boezem* o bacino del *polder*, l'insieme cioè degl'interni condotti di scolo e di raccolta, è costituito dai *fosso di parcellamento* (chilometri 720) che fiancheggiano i singoli lotti o appezzamenti, da quelli *collettori* longitudinali e trasversali (chilometri 137) che hanno inferiormente la larghezza di m. 2.50 e la profondità di m. 1.50, e dai canali principali, *maestro* e *trasversale* (chilometri 25), larghi al fondo 17 a 20 metri e profondi m. 1.50, che dividono il *polder* in quattro grandi compartimenti, suddivisi a loro volta in appezzamenti dai fossi collettori e di parcellamento. Con tale disposizione gli scoli dei terreni passano dai fossi di parcellamento nei collettori e da questi nei

due canali principali, che li traducono in tre ampie vasche rispondenti agli edifizi delle macchine, e infine le pompe li sollevano e riversano nel naviglio circostante, donde sboccano in mare per i canali esterni di comunicazione.

Il rapporto fra la superficie del *boezem* ed il rimanente del *polder* è di 1.15 a 1.17, sicchè il *boezem* occupa quasi un sedicesimo della totale estensione, e non è punto soperchio allo sfogo delle piovane.

Nel polder vi hanno comode strade lungo i canali ed il naviglio di cinta.

Simile opera, ma di minore estensione, eseguita nella seconda metà del secolo, fu il prosciugamento del Zuiderpolder, sito a levante del *polder* di Harlem e a mezzogiorno di Amsterdam, alla distanza di circa cinque chilometri da quello e di otto dalla città. Le annesse due tavole rappresentano il terreno del Zuiderpolder prima e dopo del prosciugamento.

L'antico Zuiderpolder.

Al presente l'Olanda si accinge ad altro congenere lavoro, ma di ben maggiore portata.

Fra il lago Flevo, ricordato da Tacito e facente ora parte del Zuidersee o Mare del Sud, e le isole che separano questo dal Mare del Nord, esistevano un tempo fertili campagne e villaggi; ma, dal 1170 in poi, il Mare del Nord, con successive irruzioni, si allargò su quel territorio finchè verso la fine del XIII secolo le sue acque si confusero con quelle del lago primitivo, e della già fiorente regione non restarono più che poche isolette sporgenti dal nuovo mare.

L'idea del totale prosciugamento del Zuidersee venne agl'ingegneri olandesi Stieltgens e Beyerinck, non molti anni addietro, i quali fecero un progetto che fu da principio favorevolmente ed entusiasticamente accolto dal Governo e dal pubblico. Si trattava infatti di guadagnare un'immensa superficie di fruttuosi terreni; ma l'esecuzione del progetto richiedeva un continuo lavoro di oltre mezzo secolo e una somma enorme, e perciò, smorzato l'entusiasmo, il Governo chiese dei progetti meno grandiosi e di meno lontana utilità. Così fu che, fra vari progetti, le Camere olandesi approvarono, nel 1898, quello degl'ingegneri Van der Houven, Van Ovrest e Vissering, che fu pubblicato poi per le stampe.

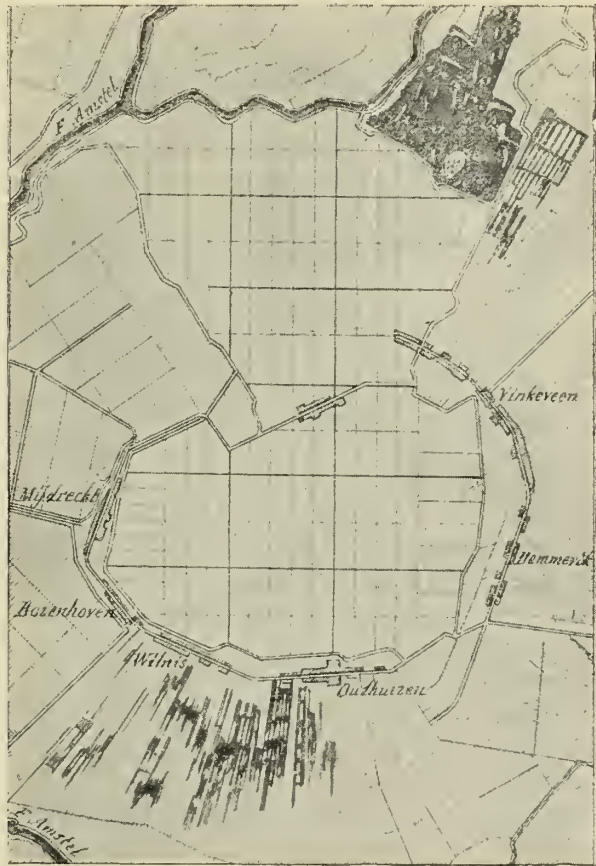
Secondo quel progetto, si costruirebbe da prima una diga di circa 30 chi-

lometri dalla sponda occidentale del Zuidersee a quella opposta, passante sull'isola Wieringen, la quale diga, separando la parte meridionale del Zuidersee, detta Yssel Meer, dal mare aperto, v'impedirebbe gli ulteriori insabbiamenti e servirebbe a mettere in diretta comunicazione le provincie occidentali e settentrionali dello Stato, mediante una ferrovia ed una strada carreggiabile. Nello specchio d'acqua difeso dalla prima diga se ne erigerebbero poi quattro altre conterminanti altrettanti ampli spazî di terreni sommersi che gli scandagli hanno dimostrato esser di natura feracissima, e si eseguirebbe quindi il loro prosciugamento con pompe di grande potenza. I terreni da essiccarsi formano un'area totale di 212.000 ettari, e detraendo la superficie necessaria per i canali di navigazione e di scolo e per le strade, fornirebbero circa 180.000 ettari alla coltura, oltre il decuplo cioè di quelli ottenuti col prosciugamento del lago di Harlem. L'intera spesa calcolata dagl'ingegneri ammonterebbe a 397 milioni, da spendersi in 33 anni.

La sola diga di difesa assorbirebbe 55.650.000 franchi.

Il nuovo Zuiderpolder.

La rilevantissima somma totale, cogli interessi composti per 36 anni, vale a dire finchè tutto il terreno prosciugato possa produrre a sufficienza per esser remunerativo, diventa di 777 milioni e 663 mila lire, e così ogni chilometro quadrato avrà il costo di 400 mila lire. E poichè attualmente l'Olanda intera ha una popolazione *media* di 150 abitanti per chilom. quadrato con una *massima* di 360 nella provincia di Olanda Meridionale; si può quindi presumere che sui quattro nuovi polder possa abitare oltre mezzo milione di persone — densità media 260 per chilom. qd. ossia quasi un decimo dell'odierna popolazione.

Riguardo poi al risultato economico di questa grande intrapresa, giova ricordare che nella provincia olandese di Frisia ogni ettare rende da 100 a 200 fiorini e il costo dello stesso è in media, in tutto il Regno, da fiorini 1500 a 2000. Il costo totale del prosciugamento sarebbe, come vedemmo, di circa 778 milioni di franchi; la vendita dei terreni, al prezzo medio di fiorini 1750 (franchi 3675) darebbe 713 milioni di franchi: il resto, cioè 65 milioni di franchi si ricaverebbero da concessioni d'acqua, dalla navigazione e dalla tassa sui terreni.

Ma quel che più conta si è che per una lunga serie d'anni si darebbe lavoro e pane a migliaia di operai, accrescendo il territorio nazionale di due nuove provincie, trattenendo in patria buon numero di braccia (1), aumentando fortemente la ricchezza pubblica e il commercio delle derrate agricole, la produzione dei famosi latticini, dello zucchero di barbabietola, delle carni da macello, delle pelli e delle lane.

La fermezza e il coraggio degli Olandesi, perennemente in lotta contro il mare per difendere le proprie terre dall'ire sue e riacquistar quelle da esso ingojate, affidano che anche la nuova grande impresa avrà nel prossimo secolo il compimento. E forse, in appresso, il mare sarà da quell' industre popolo ricacciato al di là delle isole che facevano parte dell' antica spiaggia.

La Valle del Liri, o di Roveto.

In Italia, qualche lago chiuso cagionando a volte, con eccezionali escrescenze, gravissimi danni alle circostanti colture, gli antichi Romani si adoperarono a porvi riparo col dare sfogo alle piene mediante emissarî artificiali, costrutti attraverso ai monti che facevano barriera alle acque. Così fecero per il lago Fucino, e per quelli d'Albano e Trasimeno. E consimili opere iniziarono al lago d'Averno, per animare con le sue acque un canale navigabile che voleva Nerone costruire fra Roma e Baja. Notevolissimi furono specialmente i lavori del lago Fucino, inquantochè il suo letto, compiutamente disseccato, si mutò in pochi anni in una ridente campagna per la volontà e il denaro d'un solo italiano.

Fu Cesare il primo che ideò di costringere entro in dati limiti il lago Fucino col mezzo di un condotto di scarico, e di creare al tempo stesso una via di comunicazione fra Roma e l'Adriatico, costruendo un vasto porto ad Ostia, e di prosciugare le paludi Pontine; ma quei grandiosi disegni per allora sfumarono. Quella via la fece poi eseguire l'imperatore Claudio e con essa l'emissario del Fucino.

Secondo Plinio, nella costruzione dell'emissario furono impiegati trenta-

(1) L'emigrazione in Olanda fu abbastanza notevole nel quinquennio 1892-96, ossia di 16.690 persone. La media dal 1887 al 1896 fu di 1877 uomini, 1121 donne e 1132 fanciulli.

mila uomini per dieci anni. Fu scavato sotto al monte Salviano e ai Campi Palentini, per più di tre chilometri nella roccia, per quasi un chilometro nella terra e per il rimanente attraverso ad agglomerazioni di massi ed a concrezioni di ciottoli. La totale lunghezza era di metri 5605, e la sezione media aveva la larghezza fra i piedritti di metri 2.50, l'altezza di questi di m. 3.00 e la copertura a vôlta semicircolare, sicchè l'area era di circa 10 metri quadrati. L'emissario, che sboccava nel fiume Liri, aveva una pendenza molto irregolarmente ripartita e presentava delle tortuosità nel suo cammino, seguite forse per ischivare qualche ostacolo incontrato nell'esecuzione dei lavori. Per la sua costruzione si erano scavati nei due versanti trentadue pozzi verticali e sei cunicoli in declivio, questi per il passaggio dei lavoratori, e tanto i cunicoli che i pozzi per la ventilazione e per lo sgombramento delle materie risultanti dagli scavi. Senonchè l'emissario di Claudio, in causa della difettosa costruzione e dei guasti prodotti dalle infiltrazioni, scemò di grado in grado l'azione sua finchè divenne al tutto inoperoso.

L'emissario di Claudio verso la valle del Liri.

Tentarono successivamente di restaurarlo gl'imperatori Trajano ed Adriano, i re Federico II ed Alfonso I, e nel XVII secolo i principi Colonna, ma tutti con poco o nessun effetto. Nel 1787, in seguito ad una straordinaria e rovinosa escrescenza del lago, Ferdinando I di Borbone decretò l'espurgo dell'antico emissario, ma gli avvenimenti politici susseguiti alla rivoluzione francese troncarono sull'inizio i lavori. Furono questi ripresi, sotto la direzione dell'ingegnere Afan de Rivera, per ordine di Ferdinando II, il re *Bomba*, dopo la piena del 1816, che apportò enormi danni, superando di quasi quattro metri quella del 1787, e lo sgombramento durò parecchi anni. Se non che, avvenuti altri guasti nel sotterraneo, il lago, nel 1851, arrivò quasi all'altezza che aveva toccata nel 1816 e produsse nuove rovine, per le quali si costituì una Società collo scopo di por fine una bella volta, e per sempre, a quella jattura, e nel 1853 il Governo borbonico le accordò il prosciugamento del

lago e la proprietà del bacino essiccato. In appresso però la maggior parte dei Socî si avvide che la borsa loro mal rispondeva alla vastità dell'impresa e cominciò a nicchiare. Allora il principe Alessandro Torlonia, che aveva già una metà delle azioni, acquistò le altre, deliberato di condurre da solo a buon fine la grande opera che tanti Governi avevano invano tentata. Si disse in Italia: *il principe Torlonia vuol disseccare il Fucino, e il Fucino invece disseccherà lui.* Ma il fatto sbugiardò i pretesi profeti e rimase a secco il lago soltanto.

Il principe scelse per direttore dei lavori l'ingegnere francese de Montrichet, che aveva da poco ultimato felicemente quelli dell'acquedotto di Rocamadour e della conduttura della Duranza a Marsiglia. Il Montrichet non potè però che dare il piano di quei lavori e guidarli per breve tempo, poichè morì nel 1858. Gli succedettero nel grave compito, per volere del principe, gl'ingegneri Bermont e Brisse, antichi collaboratori e amici del defunto.

Il canale provvisorio di emissione.

L'ingegnere Montrichet propose due progetti: l'uno per regolare l'efflusso del lago in maniera da renderlo innocuo, e in tal caso, oltre all'espurgo dell'emissario, sarebbe bastato un piccolo aumento della sezione di esso; l'altro per il completo prosciugamento, e ad ottenerlo sarebbe stato necessario di raddoppiare la sezione del condotto sotterraneo, con una spesa naturalmente molto maggiore. E il principe non esitò a preferire il secondo progetto.

I lavori cominciarono nel 1854. Si costruì prima di tutto una diga di terra, afforzata verso il lago da una scogliera, lunga circa un chilometro, alta metri 6.30 e larga in sommità metri 2.60, per isolare l'incile dell'emissario. E si diede poi mano al restauro dei pozzi e cunicoli, ed all'espurgazione e riforma dell'emissario, cominciando per questo allo sbocco verso il Liri. Per assicurare il totale prosciugamento bisognava abbassare di m. 3.25 il suolo dell'emissario alla bocca verso il lago, ed altrettanto, più o meno, per l'intera lunghezza, regolando la pendenza, rendere la sezione da un capo all'altro uniforme, rivestire solidamente il cavo con murature, e rifare insomma del tutto l'antica galleria.

Ahimè, quante difficoltà entro a quell'angusto sotterraneo! Dove si era

Il Porto di Genova
ALLA FINE DEL
Secolo XIX.

L'inaugurazione dei lavori per il prosciugamento del lago di Fucino.

immaginato di non trovare che qualche scoscendimento, del quale si sarebbe senza troppa fatica sbarazzato il cammino, le armature lasciate dall'ingegnere Rivera, infradiciate dalle infiltrazioni, erano crollate, e con esse le terre e le antiche murature non più sostenute da quelle, ed era un caos di legnami, di terra, di pietre, di fango infetto, e dalle screpolature colava l'acqua o sgorgava in larga vena. Fu ancora peggio in un punto, dove una grossa frana si era opposta al passaggio delle acque d'infiltrazione ivi stagnate in tale quantità da non poterle attaccare di fronte. Per aprire ad esse una via, bisognò scavare al di sotto dell'esistente una piccola galleria con immane disagio e col continuo pericolo che rovinasse lo strato frapposto ai due cavi e seppellisse gli operai.

Sfrattato e riattato il condotto romano per un tratto di oltre quattro chilometri, ch'era quello più danneggiato, correggendosene la difettosa pendenza, e resolo così acconcio ad una parziale vuotatura del lago — ciò che avrebbe facilitato i susseguenti lavori — il 9 agosto 1862, con l'assistenza di numerosi spettatori plaudenti, s'immisero nell'emissario le acque, che continuarono a scorrere per un anno, abbassando di metri 4.25 il livello del lago.

Ripresi quindi i lavori, per l'ingrandimento del sotterraneo, come s'arrivò al punto conveniente, si attivò un secondo sgorgo delle acque, che durò sette mesi e dodici giorni, e fece abbassare il lago di metri 7.72.

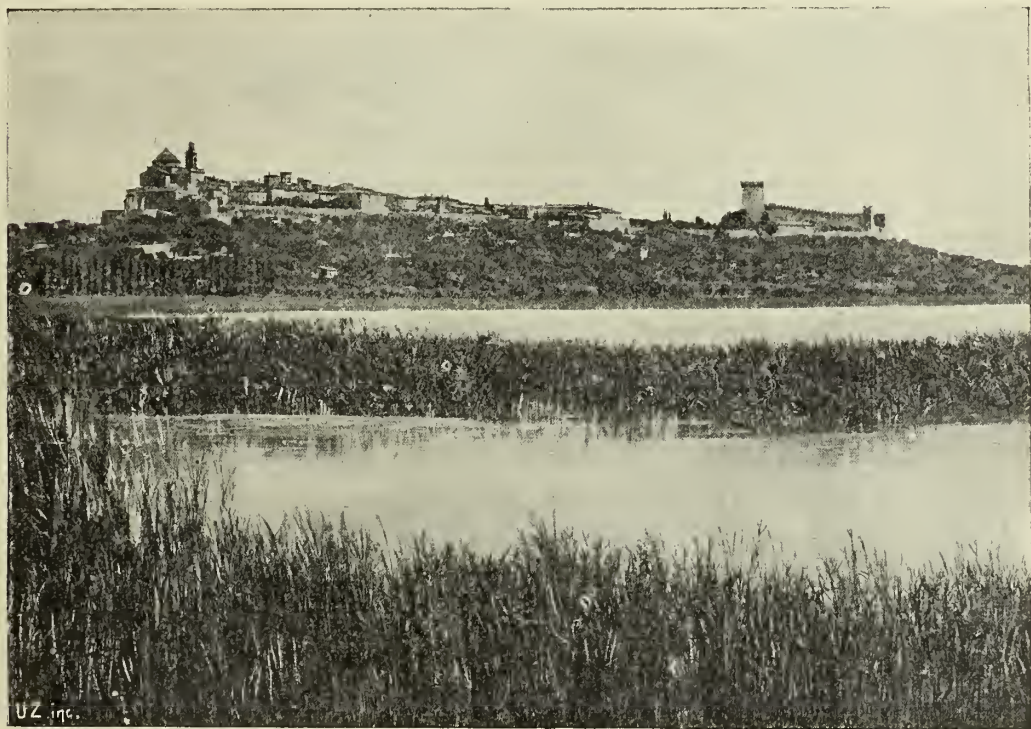
Abbandonato poi il canale provvisorio, che aveva servito al secondo efflusso, si costrusse un nuovo emissario in prosecuzione dell'antico fino al sito più depresso del bacino, onde l'emissario ebbe la totale lunghezza di m. 6301; e il 20 gennaio 1870 si diede l'uscita all'acque rimanenti. Seguitarono esse a fluire per più di quattro anni, e alla fine di giugno del 1875, venti anni dopo l'inizio dei lavori, il lago Fucino era interamente scomparso.

Ma quel trionfo non segnava già il compimento dell'opera. Smaltite le acque del lago, era mestieri premunirsi contro quelle che non avrebbero cessato di scorrer giù per le chine del bacino idrologico, e regolarne il cammino, per farle servire in parte all'irrigazione e liberarsi delle superflue. E a ciò provvidero i lavori posteriori.

Un argine alto metri 2.50, lo sviluppo del quale è poco meno di 18 chilometri, intrachiude la parte più bassa del terreno prosciugato, la quale in tempi normali è tutta prateria, e diventa un serbatoio d'acqua nei casi di abbondanti e prolungate pioggie o di temporanea inazione dell' emissario per causa di riparazioni o d'altro. L'immensa vasca è attraversata da un canale collettore largo 15 metri, che sbocca nell'emissario. Altri canali accolgono le acque dei torrenti e delle sorgive, e le trasmettono al collettore centrale; e gran numero di altri condotti minori, muniti di porte, possono deviar in parte quelle acque e farle servire alle irrigazioni; ed altri ancora dànno ad esse il passo con tali pendenze che generano delle cadute di quattro metri d'altezza, utilizzabili come forza motrice.

Una strada circolare, lunga 53 chilometri, circonda la nuova proprietà fornita di numerose altre strade che s'intersecano ad angolo retto e mettono capo a quella esterna. Le fiancheggiano alti pioppi, il cui numero è di 300 mila. Gli appezzamenti conterminati dalle strade interne sono cinquecento, ciascuno

di 25 ettari. Ogni poderetto, dato in affitto o a mezzadria, ha una casa a due piani, con ampie stanze e magazzini, una stalla per bovini (sei capi per famiglia) e una per il cavallo addetto ai trasporti leggieri, e una fontana. Le coltivazioni sono varie, ma predomina il frumento, alternato con fave e trifoglio. Seguono: avena, canape, fagiuoli, patate, granturco, barbabietole, erbe mediche, viti, frutta e perfin riso.

Girando uno sguardo su quella campagna regolare come un antico giardino italiano e così ricca d'alberi fronzuti e di variate culture, pare un sogno che pochi anni addietro luccicasse quivi l'ampio specchio d'un lago.

Lago Trasimeno: Panorama di Castiglion del Lago.

Sull'edifizio della chiusa regolatrice, tutto in pietre da taglio, eretto di fronte all'emissario, spicca una statua colossale della Madonna, al patrocinio della quale volle il principe raccomandata la grande opera sua. E, di distanza in distanza, lungo il perimetro già bagnato dal lago, sorgono altre minori statue della Vergine su piedestalli che portano incisa l'iscrizione: *Posta per devozione di Alessandro Torlonia sull'estrema sponda del lago Fucino l'anno 1862.* Monumenti di fede e di storia ad un tempo.

L'estensione del terreno che il principe acquistò col prosciugamento del lago Fucino è di 14.165 ettari, e la parte riservata alla cultura, non seconda per fertilità ad alcun'altra terra d'Italia, dà una rendita netta annuale d'oltre un milione. È vero che il prosciugamento e i susseguiti lavori ingoiarono più di trenta milioni; ma è preferibile in ogni modo ch'essi sieno stati impiegati in un lavoro così benefico per tanta povera gente, anziché fruttificare nell'ignavia di un forziere principesco.

Trasimeno: Bacino di presa e meccanismi regolatori delle acque.

Fra le opere di prosciugamento, che in questo scorcio di secolo si sono effettuate in Italia, rendendo in tal modo, come osservavamo, produttive ed igieniche quelle terre che, sepolte dallo scolo delle acque erano fomite continuo e letale di miasmi pestilenziali, deve essere annoverata anche quella di una parte del lago Trasimeno, il quale occupa l' estremo lembo occidentale dell'Umbria, limitato a settentrione dalle diramazioni dell'appennino cortonese, estendentesi a levante ed a mezzogiorno in amene colline e diviso ad occidente dalle Chiane toscane da una lunga linea di falsi piani alluvionali.

Il lago occupava una superficie di 126 chilometri quadrati e l'ampiezza del suo bacino scolante raggiungeva i 280 chq. le cui acque sovrabbondanti s'immettevano in un cunicolo sotterraneo della lunghezza di 1120 m. nelle vicinanze della Collina di S. Savino, ed erano quindi raccolte in uno scaricatore che metteva foce nel torrente Caina, di dove, seguendo il cammino percorso da altri corsi d'acqua, andavano a scaricarsi nel Tevere.

Tale emissario era addirittura insufficiente e le acque del lago, ingrossate dalle pioggie, straripavano inondando le campagne circostanti e rendendole impraticabili all' agricoltura. Fu sentito quindi il bisogno di bonificare una parte del lago, prosciugando quella parte di terreni alluvionali, arginandone le sponde dove le acque, per il pendio del suolo, molto più facilmente straripavano ed aprendo un nuovo emissario, il quale avrebbe potuto scaricare la eccedenza di acqua prodotta dalle pioggie, in maniera da poter dare alle rimanenti acque del lago un livello quasi costante.

Il primo progetto di prosciugamento fu presentato nel 1779 al Governo Pontificio ed a quello Toscano e consisteva nella derivazione dal lago alla val di Chiana di un canale navigabile, che doveva congiungersi con l'Arno nella località detta la Chiusa dei Monaci, servendo anche a scopo d'irrigazione delle terre circonvicine. Al tempo del governo francese, un secondo progetto fu presentato, secondo il quale si immettevano le acque del Trasimeno in un canale navigabile, all'uopo costruito, il quale avrebbe dovuto riunire tutta la parte d'Italia situata a ponente dell'Appennino, da Livorno a Fiumicino.

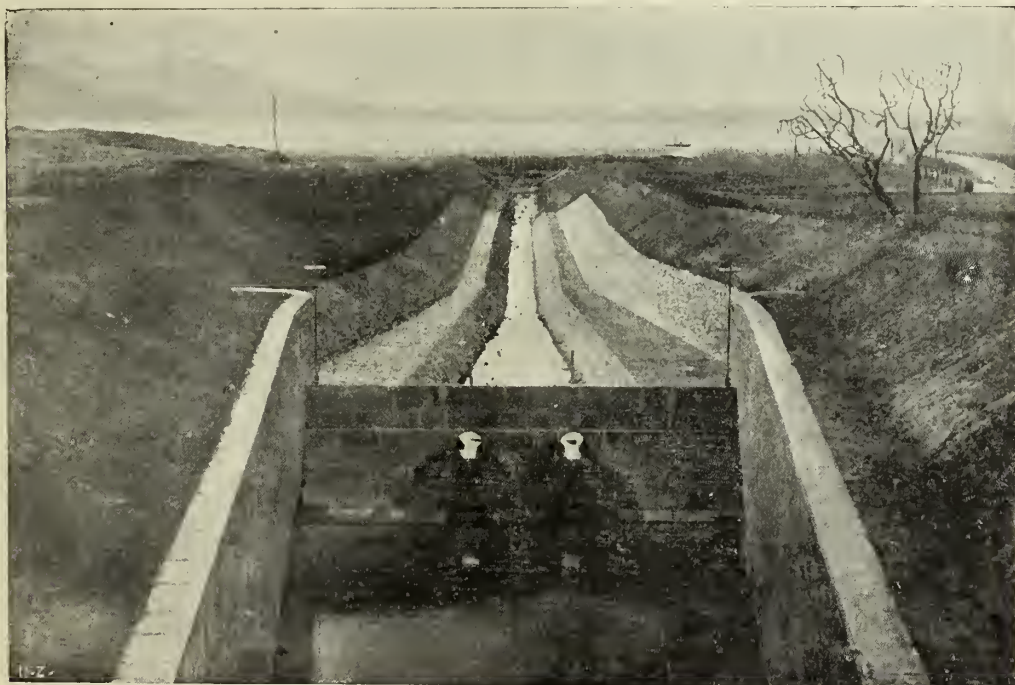
Nel 1818 furono fatti altri tentativi che abortirono, ritenendosi impossibile

il prosciugamento del lago; e fu solo nel 1861 che gli studii vennero ripresi con maggiore alacrità. Il nuovo progetto aveva per iscopo di riversare le acque del lago parte nel Tevere e parte nell'Arno, ripromettendosi da tale operazione un vasto prosciugamento di terre che sarebbero rimaste allo scoperto, per esser poi utilizzate ad uso dell'agricoltura.

La spesa occorrente pei lavori fu stabilita in 14 milioni, ed il tempo per completarli limitato a dodici anni. Ma, fatti i calcoli, si vide che l'utile da ricavare dalle terre prosciugate non corrispondeva nemmeno alla metà della spesa occorrente pel completamento del progetto, e così questo fu scartato.

Un altro progetto fu pure presentato al Governo nel 1872 inteso a scaricare le acque dal lago nel Tevere, creando a valle di quello tre bacini di ritenuta; ma pur questo non ebbe miglior sorte dei precedenti.

Non potendosi ottenere allora il prosciugamento completo del lago, poichè le spese oltrepassavano gli utili, fu deciso di bonificare solamente quella parte di terre che più erano soggette alle inondazioni, e cioè quelle più vicine alle rive, creando, come innanzi si è accennato, un emissario che avrebbe regolato e ridotto al minimo possibile le espansioni del lago, pure abbassandone il livello.

Nel 1886, dietro incarico del Ministero dei lavori pubblici, l'ingegnere Malagola presentava il progetto di massima pel prosciugamento parziale del

Trasimeno: Canale d'origine e diga di livello.

lago. Scopo dell'opera era quello di sottrarre alle invasioni delle acque quelle zone di terreno poco inclinate, per fissare il margine del lago, dove le gronde presentano una maggiore inclinazione e nel tempo stesso di rendere quasi invariabile il livello delle acque.

Secondo tale progetto ed al fine di scaricare rapidamente le acque di piena,

fu ideato di costruire l'emissario della portata di 12 m. c. per ogni secondo, ed in esso le acque dovevano essere immesse stramazzando da una diga di livello o sfioratore in muratura. Con tale deviazione di acque, si sarebbe ottenuto l'abbassamento del pelo del lago di m. 1,26. Il primo tratto dell'emissario che comincia dopo la diga è in muratura ed è a forma d'imbuto; ad esso si attacca un secondo tratto che forma il canale propriamente detto, ed in seguito esso s'immette in galleria dopo una lunghezza di 210 metri. La lunghezza del bacino di presa è di 34 m. ed il tratto di canale in muratura con galleria artificiale sino all'imbocco ha una complessiva lunghezza di m. 857. Venne anche adottata l'applicazione di due pozzi all'escavazione del cunicolo, prevedendo d'impiegare 380 giorni nell'esecuzione dell'opera.

Questi lavori furono affidati con R. Decreto del 18 marzo 1894 al Consorzio per il bonificamento del Trasimeno, e appaltati per la somma di lire 658.565, che con le spese imprevviste e le indennità sono state portate a lire 943.910. Dal completamento di tali lavori, e tosto che sarà operato il livellamento delle acque del lago, si avrà intorno ad esso una zona di terra che si avvicina ai 1600 ettari, permanentemente ridonata all'agricoltura, mentre formava il fondo degli acquitrini circostanti al lago; si avrà pure all'intorno una zona fertile molto più estesa, che era prima resa poco feconda per l'esistenza delle acque a poca profondità e per la mancanza di scoli, che impedivano la regolare vegetazione.

L'inaugurazione dei lavori, già in gran parte iniziati, fu fatta con molta solennità alla presenza delle autorità civili il 27 settembre 1896, ed ora quei lavori del tutto ultimati hanno ridonato la salubrità a le ridenti e pittoresche rive del lago umbro, bonificando una non piccola estensione di terre, che, già coltivate secondo i sistemi consigliati dalla moderna agricoltura, sono produttrici di ricchezza e di prosperità per la classe agricola.

E, del pari rapidamente, diamo uno sguardo alle altre bonifiche nostrane.

L'Agro Romano irrigato dalle acque del biondo Tevere in molti punti è da esso completamente allagato quando le sue acque, oltrepassando i pochi argini e le mal consistenti sponde, si riversano sul suolo circostante. E quelle ubertose campagne che formavano un tempo la ricchezza dei Cesari sono rese in gran parte improduttive, specie nelle vicinanze di Ostia e nelle vicine località, formando anche un vasto focolaio d'infezione malarica, che rende al lavoratore della campagna Romana ancora più insoffribile l'ordinaria vita di stenti e di privazioni.

L'idea di bonificare il territorio di Ostia non è del tutto moderna e fin dal maggio del 1856 il Governo Pontificio con un pubblico rogito concedeva alla Società Pio-Ostense l'opera del prosciugamento dello stagno di Ostia a tutte sue spese e rischi col corrispettivo godimento per 99 anni di tutte le terre bonificate e con l'obbligo di pagare al Governo un canone annuo di lire 4,838.

Lo stagno fin dal 1593 era stato espropriato dalla Mensa Vescovile di Ostia per quattro quinti; l'altro quinto appartiene alla principesca Casa Chigi. Le saline ad esso pertinenti furono e sono proprietà dello Stato, e, all'epoca della predetta concessione, furono date in fitto alla stessa Società per lo spazio di 12 anni.

Di bonifiche, però, non furono fatti che dei puri tentativi. Il primo messo in atto nel 1862 aprendo un canale per derivare in colmata le acque torbide del Tevere, incidendone la sponda verso l'estremo occidentale della tenuta di Dragone ed attraversando in linea retta le terre del Monte del Sale, dei Rustici ed altre appartenenti alla Mensa di Ostia. Non se ne ricavò alcun risultato soddisfacente per difetto assoluto di pendenza delle terre adatte a convogliare le acque torbide del Tevere.

Il secondo tentativo consistette nel mettere a posto una macchina idrovora presso l'incile della Forma, emissaria dello Stagno medesimo, macchina che riuscì a prosciugare in 17 giorni 900 ettari di terreno. E il terzo ed ultimo fu messo in atto dal professore Moro, ed era costituito da un congegno applicato alla Foce della Forma di Ostia e che funzionava parte sulla spiaggia e parte in mare. Ma il meccanismo non era troppo resistente alla forza di corrente delle acque, sicchè fu abbandonato. Mancando quindi la Società ai propri impegni, verso lo Stato, la concessione le fu tolta.

Trasimeno: Trincea di approccio allo sbocco della Galleria.

Rimasto in tal maniera insoluto il problema del bonificamento di Ostia, per molti anni fu posta in tacere ogni possibile futura soluzione, e lo stato delle cose durò così fino al 1880, nel quale anno si costituiva in Roma una Società per le bonifiche dell'Agro Romano, la quale fece eseguire larghi studi, presentando nel 1884 un progetto completo, col quale proponevasi il prosciugamento, mediante alcune macchine idrovore, della bassa contrada di Ostia, con allacciamenti delle acque alte, l'istituzione di diverse reti di canali nel *polder* e la costruzione di varî argini di difesa per i traboccamenti delle acque del Tevere. La spesa preventiva per simili lavori ascendeva a quasi due milioni di lire.

Faceva seguito a tale progetto la bonifica delle terre comprese nel bacino idrografico, nel cui fondo giacciono le contrade basse di Porto, Camposalino e Maccarese e vengono infine limitate dal mare, per un'estensione di 10.790 ettari. Il sistema adottato pel conseguimento di tali lavori seguiva perfettamente quello adoperato pel prosciugamento di Ostia, essendo necessario l'allacciamento di vari canali, quali quello di Ponte Galera, di Maccarese, del Proevio,

delle Vignole, riuniti in un canale principale o collettore generale delle acque alte. I canali collettori del *polder* erano suddivisi: nel canale collettore primario di ponente per una lunghezza di ettari 1140, nel canale collettore di levante, lungo ettari 2328, nel canale collettore secondario, diviso in due rami, e finalmente in un collettore generale del *polder*. La spesa per l' esecuzione di tali lavori sarebbe ascesa alla cifra di quattro milioni di lire.

Il progetto nella parte da eseguirsi a spese dello Stato si completava con la bonificazione dell'Isola Sacra, la cui contrada è cinta dal corso naturale del Tevere nel suo infimo tronco, chiamato ramo di Fiumana Grande, e la estensione delle terre che vi si comprendono è di 1316 ettari. I canali collettori delle acque, in parte erano prosciugabili senza il sussidio delle macchine, in altri punti vi era bisogno dell'uso delle macchine idrovore. Spesa complessiva: lire 432.976.

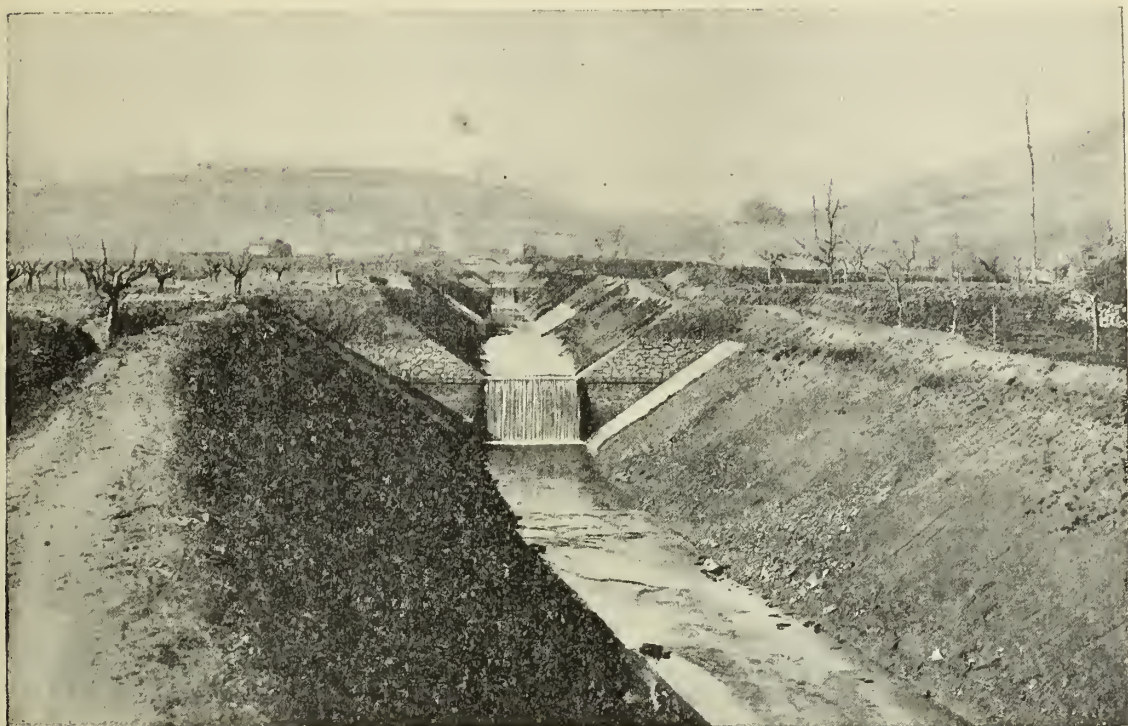
Ma per avere il completo bonificamento di tutto l'Agro Romano occorreva prosciugare una gran quantità di terreni appartenenti a privati e compresi nel padule di Stracciacappa, nelle terre basse della Valle di Baccano, nel bacino di Pantano o lago di Castiglione, nel lago dei Tartari e nella bonificazione della contrada delle Acque Albule. A tale sistemazione provvedeva il suaccennato progetto con una spesa di 140,000 lire.

La Società si proponeva di ultimare tutti cotesti lavori nello spazio di soli cinque anni. Il Ministero Genala nel 1884 fece suo il progetto che fu discusso dalla Camera dei Deputati ed approvato solamente in parte. Il completo prosciugamento dell'Agro Romano, tuttavia, non è compiuto, occorreranno ancora molti anni, e solo ai figli del secolo ventesimo sarà dato godere i benefizi che verranno dall'importante opera all'agricoltura e alla pubblica salute.

Per completare la parte riguardante i prosciugamenti italiani, eccettuate le piccole bonifiche eseguite nella Lombardia, nel Veneto, nel Mantovano e nel Napoletano — col prosciugamento dell'antichissimo lago di Agnano e quello di Averno che si estendevano nei campi flegrei in vicinanza di Bagnoli — e di altri di minore importanza, occorrerà accennare alla bonificazione delle Valli Ferraresi, che rassomigliavano alle sconfinate terre olandesi in continua erosione delle acque.

I terreni bonificati del Ferrarese si estendevano per circa 500 milioni di mq. separati dal mare da dune naturali o tomboli di sabbia. A tale estensione vastissima di terra se ne allaccia un'altra anche più grande, rappresentata dalle Valli di Comacchio, che insieme colle precedenti formano una regione resa inabile alla coltivazione e che si estende fino al mare per 800 chilometri quadrati.

Ben presto si fondò una Società di bonificazione per tali terreni e prese il nome di *Società Italiana per la bonificazione dei terreni ferraresi*, il cui scopo era quello di prosciugare quel tratto di terreno che dalla destra riva del Po si stende alla sinistra del Volano, al di sotto dell' argine detto del Brazzolo per quasi 50 mila ettari giacenti ad un livello di 10 centimetri più in basso di quello raggiunto dalle più basse maree dell' Adriatico, e dei quali 30.000 ettari circa si trovano allo stato di una vera palude.

Già fin dal 1852 la Congregazione Consorziale del 1.° Circondario ferrarese aveva pensato a questa grandiosa idea, affidandone lo studio agl'inge-

Trasimeno: Briglie nel canale emissario con l'acqua.

gneri Magnoni e De Loso; i quali espletarono gli studii preparatorii, ma la Società si costituì solamente nel 1872 con un capitale di otto milioni di lire, quando, con R. Decreto del 22 dicembre di quell' anno, le fu conferito dal Governo tale incarico.

La superficie da bonificarsi era già attraversata da una rete di ben sette canali, i quali erano muniti di alti argini, occorrenti per lo scolo delle acque che scorrevano lungo la regione che s'elevava superiormente all'asciutto. In conseguenza di che, la Società si trovò innanzi alla difficoltà di dover vincere non solo gli ostacoli naturali che dal prosciugamento derivavano, ma di dover provvedere alla sistemazione dei lavori esistenti, mal costruiti, e che troppa spesa avrebbero richiesta a volerli distruggere.

La grande impresa, uniformandosi allora alle condizioni volute dal difficile problema, trasse partito dei canali già esistenti e v' introdusse alcune modificazioni in ordine alla loro ampiezza, profondità e pendio; aggiungendo a quelli già esistenti altri canali e fossati. L'opera di bonifica, fu effettuata mediante lo scavo di un sistema di fosse, unite a guisa di reti, e che scolano in canali secondarii.

Le acque passano per tre canali principali, di cui due già esistevano, e vanno poi a riunirsi in un grande bacino di raccolta o collettore generale, specie di piccolo lago artificiale, scavato presso Codigoro in uno dei punti più bassi del Volano, e nel quale sono immesse mediante il funzionamento di potentissime trombe centrifughe a vapore sistema Woolff.

Le principali arterie di quei canali hanno un complessivo sviluppo di quasi

40 chilometri, con una pendenza variabile dai 6 ai 7 centimetri, e con una larghezza anch'essa variabile, a seconda del volume delle acque che vi sono immesse, dai 6 ai 20 metri. La profondità d'inizio dei canali è di m. 2.20 e cresce sotto il piano medio delle Valli fino a raggiungere una profondità di m. 3.40. Nel suo complesso l' attuazione del progetto richiedeva la sistemazione di 70 chilometri di canali già esistenti, con l'aggiunzioni di una parte altrettanto sviluppata di nuovi canali.

Il bacino generale, nel quale affluiscono le acque derivanti da tutte le parti della Valle bassa, misura 54 metri di larghezza tra sponda e sponda, ed è diviso in due grandi vasche, adibite, l'una all'arrivo delle acque, l'altra per lo scarico. Nel fondo del bacino è costruito l'edificio per le macchine, in forma di una chiusa stabile, la quale si prolunga sui suoi lati, raggiungendo una totale lunghezza di 80 metri circa. Le macchine idrovore constano di otto enormi trombe centrifughe, aggruppate due a due e su una potentissima macchina motrice a vapore, ed elevano 108.000 metri cubici di acqua all' ora versandola nella seconda vasca di scarico, dalla quale, immettendosi in sette luci di un ponte-chiavica, si scaricano nel Volano, e quindi nel mare. I camini di queste macchine raggiungono l'altezza di 53 metri e sono muniti di parafulmini. La quantità di acqua estratta dalle Valli e scaricata nel Volano dal dicembre 1874 all' aprile 1875 non corrispose a quella che si credeva poter estrarre, raggiungendo solamente la cifra di 70 milioni di metri cubici, massa di acqua sufficiente a formare un lago della estensione di 20 chilometri quadrati ed avente una profondità approssimativa di tre metri e mezzo.

I lavori oggi sono perfettamente compiuti, e così tutta la vasta estensione dei terreni ferraresi, che rappresentavano l'Olanda italiana, rimangono bonificati. Non manca ora che a pensare al bonificamento dell'altra grande quantità di terreni paludosi rappresentati dalle basse valli di Comacchio.

Fra i lavori consimili e di secondaria importanza già eseguiti in Italia o ancora in esecuzione non bisogna dimenticare innanzi tutto quello per le bonifiche del padule Alberese, autorizzato con decreto 29 agosto '99 dal Ministero dei Lavori Pubblici, per la somma di 830.000 lire. La tenuta dell' Alberese, posta fra il mar Tirreno e il fiume Ombrone e attraversata dalla ferrovia Roma-Pisa e dalle strade Aureliane Orbetello-Grosseto, comprende 6620 ettari che si estendono per circa cinque sesti in piano e nel rimanente in fertili colline. Era in gran parte a pascolo o a bosco ceduo, e nei siti più depressi le acque prive di scolo avevano formato stagni e paduli, che fomentavano la malaria.

Appartiene all'arciduca Ferdinando IV, al quale pervenne nel 1892, in seguito alla morte del padre suo Leopoldo II che, per il trattato di Villafranca, serbò il titolo di Granduca di Toscana, benchè avesse dovuto nel 1859 abbandonare per sempre, con tutta la famiglia, la corona e lo Stato.

E fu primo pensiero del nuovo proprietario di migliorare la vasta tenuta e di applicarvi i più fruttuosi sistemi dell'agricoltura moderna. Perciò nel 1893, ricorse al prof. Pietro Bianchini di Zara, allievo della Scuola Superiore di Agricoltura di Vienna e dell'Accademia Rurale di Altemburgo, e lo incaricò di studiare sul luogo le condizioni dei terreni e di propagare le opere che

avesse giudicato più atte alla totale loro bonifica. Il Bianchini soddisfece in breve al suo compito e presentò piani e progetti che l'Arciduca accettò e si affrettò a far attuare sotto la direzione tecnica del professore stesso.

E nel 1894 venne scavato il fosso scaricatore; nell'anno successivo quello essiccatore di metri 8860; nel 1896 i fossi secondarii della totale lunghezza di 45 chilometri; e nel 1897, sui campi prosciugati e convenientemente lavorati, fu seminato il grano che vi allignò molto bene. Presentemente, nella tenuta dell'Alberese, i cui viali sono fiancheggiati da alberi, fruttiferi, che raggiungono la cifra di 200.000, tutti i lavori di coltura e di seminazione sono fatti mediante macchine dei migliori modelli, e vegetano rigogliose le spiche dove non c'erano che sterpi, erbacce e canneti, e si allevano con molto pro-

Trasimeno: Sbocco dell'emissario nel Caina in piena.

fitto un gran numero di vacche di cavalli e di pecore, che riparano in ampie ed ariose stalle, compensando tutto ciò largamente la spesa incontrata. Ed altro notevole vantaggio è l'aria resa pura e sana sull'intera estensione.

Oltre tale bonifica vanno notate quelle eseguite a cura diretta o indiretta dello Stato e sia secondo il sistema per colmata o per essicazione o con quello delle macchine idovrore, quali quelle del Lido di Venezia — Valli Grandi Veronesi e Ostigliesi — Cassa dei torrenti Idice e Quaderna (Bologna) — Cassa del fiume Lamone (Ravenna) — Lago o padule di Bientina — Stagni di Vada e Collemezzano (Pisa) — Padule di Piombino e padule di Scarlino (Grosseto). Paduli grossetani e di Orbetello — Piano di S. Vettorino (Aquila) — Lago Salpi (Foggia) — Piana di Fondi e monte S. Biagio (Caserta) — Stagni di Marcianise (idem) — Bacino inferiore del Volturno — Regi Lagni di Terra di Lavoro — Torrenti di Nola, Somma e Vesuvio — Paludi di Napoli, Volla e contorni — Agro Nocerino — Agro Sarnese — Vallata fiume Piccolo e altre località del Leccese — Paludi di Palicastro — Vallo di Diano e Pantano San Gregorio (Salerno) — Lago Bivona, paludi di Terratizzo e torrenti Mammella (Catanzaro) — Piano di Rosarno (Reggio Calabria) — Palude di S. Lorenzo e stagno di Sanluri (Cagliari).

Avanzii di un acquedotto romano.

ACQUEDOTTI

Gli acquedotti presso i Romani — Segovia, Metz, Nimes, Catania, Siracusa, Efeso, Smirne — Gli acquedotti nel medio evo — I moderni acquedotti — Le difficoltà superate nella costruzione dell'acquedotto di Crotone — Parigi e i suoi acquedotti — In Italia: l'acquedotto di Venezia e gli ostacoli incontrati — Napoli e l'antico acquedotto della Bolla — I progetti per la derivazione delle acque del Serino — Le modificazioni al progetto Bateman — Le gallerie — Le cadute — I sifoni — Altri dettagli — La sistemazione idraulica — I concorsi per l'acquedotto pugliese — Come sarà il futuro acquedotto.

E anche per queste grandiose e provvide opere dobbiamo risalire ai Romani, i quali costrussero una grande quantità di acquedotti in muratura non solo in Italia ma bensì nelle più remote provincie da essi vinte e assoggettate. Noi vediamo tuttora nella brulla campagna romana gli imponenti avanzi di quelle colossali opere che fornivano alle terme, alle naumachie, alle fontane, ai palazzi, le abbondanti e chiare e fresche e dolci acque delle più lontane sorgenti.

Per dare agli acquedotti una conveniente ed uniforme pendenza, le arcate venivano costruite dai Romani a varie altezze, a seconda delle ineguaglianze del suolo, e a due o tre ordini, l'uno sovrapposto all'altro, quelle molto elevate, onde riuscisse la struttura più solida. La muratura era per ordinario in laterizî e cemento, ma il bellissimo acquedotto dell'acqua Claudia, per esempio, lungo più che 70 chilometri, era tutto in pietre da taglio alla rustica, e per quasi un quarto della lunghezza formato di arcate alte circa 30 metri. Dove poi l'altezza del terreno troppo eccedeva il condotto veniva scavato nella roccia da sotto.

Fra gli acquedotti romani fuori d'Italia sono i più notevoli quelli di Segovia, di Metz e di Nimes. Del primo esistono ancora più di cento arcate a due ordini, formate di grosse pietre senza cemento, che attraversano la città e sorpassano l'altezza delle case. Sulla Mosella si vedono tuttavia molte ed altissime arcate dell'acquedotto di Metz, tanto ben murate che, tranne la parte di mezzo demolita dai ghiacci, sfidano ancora le ingiurie del tempo. L'acquedotto di Nimes, detto Ponte del Gard, la cui costruzione si fa risalire ad Agrippa nei primordî dell'êra volgare, sorge fra due montagne, a pochi

chilometri da quella città, sul fiume Gardon, ed è tutto in pietre da taglio posate a secco. È composto di tre ordini di arcate a tutto sesto, il primo di 6 arcate, alto circa 20 metri e lungo 161; il secondo di 11, alto m. 19,50 e lungo 260; il terzo di 35, alto m. 7.80 e lungo 266; sì che l'elevazione totale dell'edifizio sorpassa i 47 metri. Al Ponte del Gard erano poi collegati parecchi condotti che ne riversavano le acque in città. Ed altri grandi acquedotti edificarono i Romani in Catania, Siracusa, Napoli, Salona, Efeso, Smirne, Nicomedia, Alessandria, Atene, Mitilene, Antiochia, Pyrgos presso Costantinopoli, Lione e altrove.

Degli acquedotti del Medio Evo sono degni di menzione quello di Spoleto, costrutto nell' VIII secolo dal goto re Teodorico, e quello di Genova. L'acquedotto di Spoleto, conservatosi per intero fino ai nostri giorni, se non eguaglia la grandiosità degli antichi, è però ammirevole per l'arditezza e per la leggerezza apparente. Lo formano 10 ampli archi a sesto acuto, su ciascuno dei quali sorgono 3 archi minori, e la sua massima altezza arriva i 130 metri, superando quella di ogni altro edifizio congenere.

Chi potrebbe poi numerare gli acquedotti costrutti nei tempi moderni? Principali fra tutti sono quelli di Parigi, di Maintenon, di Roquefavour presso Marsiglia, di Bucq vicino a Versailles, di Londra, di Charenton, di Slatefort, di Edimburgo, di Glasgow, di Pon-Cysilte, di Bemfica presso Lisbona, di Berlino, l'Albertino e il Ferdinandeo di Vienna, quello di Trieste, e quelli di Crotone, Washington e Filadelfia in America, ecc., e in Italia quelli di Caserta, di Napoli, di Venezia, di Genova ed altri molti. Essi furono quasi tutti costruiti nel secolo di cui ci occupiamo; ma troppo lungo sarebbe e richiederebbe troppe ripetizioni il dare un cenno pur breve su ciascuno, e noi ci limiteremo a dire in succinto di taluni soltanto.

La Dhuis, presso la sorgente di Pargny.

Uno fra i più meravigliosi è quello detto di Crotone, che fornisce l'acqua potabile a Nuova-York. Ha inizio dal fiume omonimo, otto chilometri al di là del suo sbocco nell' Hudson, e percorre una lunghezza di 64 chilometri. Fu ivi eretta, attraverso al Crotone, una solidissima diga che ne sostiene l' acqua per lungo tratto a monte, formando un ampio bacino della capacità di 454.000 metri

cubi. Dal bacino si parte l'acquedotto che consiste in un sotterraneo canale murato, di tali dimensioni da poter accogliere tutta l'acqua del fiume, e segue la linea dell'Hudson, sulla sponda sinistra, intersecandone i varî affluenti. Per mantenere la necessaria pendenza lungo il terreno molto ineguale, bisognarono profondi scavi ed elevatissime arginature; oltre a 16 gallerie quasi tutte tagliate nella viva roccia e del totale sviluppo di m. 2136. Ma l'opera più ardua fu quella che occorse a 59 chilometri dall'incile, al passaggio del fiume Harlem, il quale è propriamente un braccio di mare addentrantesi nella penisola, sulla punta meridionale della quale sorge la città di Nuova York. Vi si edificò un ponte-canale di 15 arcate impostate su robustissime pile, sei delle quali arcate, larghe metri 24 ciascuna, dominano il fiume, e le altre, con la corda di 15 metri, insistono sulle sponde. Il ponte è lungo 426 metri e, per lasciar libero il passo alle grosse navi a vela, ha l'altezza viva della luce di m. 30.50 dal pelo massimo dell'acqua, e quella di m. 35.40 fino al piano dei muri di parapetto. Circa un chilometro e mezzo a valle del ponte trovasi, sul colle di York, la *conserva di raccolta*, nella quale mette capo l'acquedotto. Ha la capacità di 481.000 metri cubi, e da essa, per tubi di ghisa del diametro interno di m. 67, l'acqua passa nella *conserva di distribuzione*, posta sul colle Murray, a 3 chilometri da quella di raccolta e capace di 91.000 metri cubi. Finalmente dalla conserva di distribuzione altri condotti di ghisa con numerose diramazioni portano l'acqua alle varie parti della città. L'opera fu incominciata nel 1833 e compiuta nel 1842, e costò più di 50 milioni.

Parigi, fino ai primi anni del secolo morente, era molto scarsamente fornita d'acqua potabile di non ottima qualità, derivante in piccola parte da sorgenti del bacino della Senna, e nel rimanente ritratta dal fiume stesso mediante grosse pompe situate su quello in varî punti della città. Molti progetti vennero fatti nella seconda metà del secolo XVIII, per provvedere la grande metropoli di migliori e più abbondanti acque, ma non ebbe alcuno d'essi nemmeno un principio di esecuzione. Fu solo nel 1802 che il console Bonaparte decretò la derivazione dell'Ourcq, e ne fu iniziato il canale nel 1803, ma i tempestosi avvenimenti che sconvolsero l'Europa negli anni susseguenti furono causa che non fosse compiuto prima del 1829. Con le successive derivazioni degli affluenti dell'Ourcq il canale dava giornalmente 106.000 metri cubi d'acqua. E, tenuto conto di quella data dal pozzo artesiano di Grenelle, posteriormente eseguito, e dalle sorgenti d'Arcueil, di Belleville e di Prés-Saint-Germain, e di quella della Senna, sollevata con pompe a vapore, la città era fornita di 150.000 metri cubi ogni giorno. Tuttavia, detratta la parte necessaria al pubblico servizio, restava un volume d'acqua certamente inferiore, riguardo al numero degli abitanti, a quello richiesto dall'igiene moderna, ed oltre a ciò non era di buona qualità neppur l'acqua ultimamente acquistata.

Per questo, in seguito a lunghe e accalorate dispute, prevalse l'opinione che si avessero ad assegnare tutte quelle acque all'esclusivo servizio pubblico e a provvedere, per il privato, la città di altre più pure, ricavate da nuove sorgenti. E nel 1855 il Consiglio Municipale approvò la separazione dei due servigi e poco appresso l'ingegnere Belgrand, avutone l'incarico, imprese gli

studî per l'esecuzione della grande opera. Non si trattava soltanto di trovar delle acque di perfetta qualità, rinunziando a tutte le sorgenti salnitrate spiccianti dai terreni gessosi che circondano per vasto spazio Parigi, ma era pur d'uopo che quelle acque scaturissero a tale livello da giungere con giusta pendenza alla capitale e da elevarsi quivi ai più alti quartieri. Dopo numerose e accurate ricerche la scelta cadde sulla sorgente Dhuis, che sgorga nel paese di Brie, e su quelle del fiume Vanne, fra la Fère-Champenoise e Chalons-sur-Marne, e furono acquistate dalla città di Parigi con altre di minore importanza di quelle stesse regioni.

I lavori dell'acquedotto della Dhuis furono iniziati verso la metà del 1863 e procedettero con tanta celerità che al 1.° ottobre del 1865 cominciò in Parigi la distribuzione dell'acqua da quello erogata. L'acquedotto, in muratura e coperto a vôlta, è lungo 131 chilometri. Scorre per una lunghezza complessiva di 17 chilometri entro a 21 sifoni rovesci, e su 31 ponti-canali, e sbocca a Ménilmontant in un grande serbatoio a vôlte anch' esso, della capacità di 100.000 metri cubi, scaricando in esso m. c. 40.000 ogni 24 ore. In seguito, cioè dal 1868 al 1874, fu costruito l'acquedotto della Vanne, pure in muratura, lungo circa 173 chilometri, compresi i tratti di condotti secondarî per la raccolta delle varie sorgenti. Per 16 chilometri e mezzo è fuori terra su arcate, e nel rimanente comprende, senza contare i minori, 16 sifoni e 17 ponti di notevoli lunghezze. Mette capo a un serbatoio, fabbricato entro terra nello spianato di Montsouris, a due piani, ciascuno dei quali è diviso in due comparti indipendenti, ed ha in tutto la capacità di 300.000 metri cubi. L'acqua poi, dai due serbatoi e per i condotti stradali, si dirama in città.

Acquedotto della Vanne, presso Montrouge (Francia).

I due acquedotti, compresa la canalizzazione entro a Parigi, costarono 67 milioni e dànno insieme quotidianamente, ossia ogni 24 ore dai 120 ai 150.000 m. c. d'acqua fresca, limpida e sana.

Naturalmente, coll' andare del tempo, crescendo sempre più la popolazione parigina e i bisogni di prima necessità, si dovette pensare a provvedere la grande metropoli di nuove condotte d'acqua, e nel 1884 quel Municipio acquistò numerose altre sorgenti, con le quali alimentò l'acquedotto dell'Avre eseguito fra il 1891 e il 93, e alimenterà quelli non ancora completati del Loing e del Lunain. L'acquedotto dell'Avre ha origine dalle sorgenti della Vigna

e di Verneuil, tributarii dell'Avre, sgorganti da un'altitudine di circa 150 metri, poco lungi dalla città di Verneuil, nei dipartimenti d'Eure e d'Eure-et-Loire. Esso, dopo un percorso di 100 km., mette capo nel serbatoio di Montretont, che ha una capacità di 200.000 metri cubi ed è 102 metri profondo. La condottura, in fabbrica, è circolare, con metri 1,70 di diametro, e ha m. 0,30 di pendenza per chilometro. Costò 35 milioni di franchi.

Accennando agli acquedotti francesi, non bisogna dimenticare il ponte-canale di Roquefavour, che porta a Marsiglia una parte delle acque della Duranza, e che, costruito allo spirare del secolo, è in pietra lavorata, con rivestimento a rustico, in tre ordini di arcate. Attraversa la valle dell' Arca per una lunghezza di 390 metri e si eleva nella parte centrale a circa 81 metri dal suolo.

Fra i tanti acquedotti eseguiti in Italia nel secolo XIX è degno di particolare considerazione quello di Venezia, non per le sue proporzioni, che il numero degli abitanti non richiedeva eccezionalmente ampie, ma per le difficoltà, felicemente superate, che opponevano le particolari condizioni di quella città, circondata da un vasto specchio d'acqua marina e tutta solcata da numerosi canali. Fino a pochi anni addietro la magnifica Sposa d'Adria non aveva che l' acqua potabile delle cisterne pubbliche e private , che raccoglievano e filtravano le piovane, e quella della Brenta, condotta a Moranzani, a circa 6 chilometri dalla città, dal canale della Seriola, fatto scavare nel XVI secolo dal Governo della Repubblica, e quindi trasportata attraverso alla laguna con barche, causa a un tempo di spesa e d'inquinazione. Le terebrazioni artesiane, spinte del resto a poca profondità, avevano fatta cattiva prova, dando acqua scarsa e imperfetta. Era dunque provvisto in modo assai deficiente e poco igienico ai bisogni della popolazione, della Marina e degli stabilimenti industriali. Perciò si pensò di tradurre l'acqua della Brenta con un più comodo e più razionale sistema di quello delle barche, con un acquedotto cioè che le riversasse direttamente in città. E fu nel 1866 che, liberata Venezia dal giogo straniero, quel Municipio, aderendo ai voti della maggior parte dei cittadini, prese in esame la seria questione. Molti progetti furono allora ideati e proposti, ma le difficoltà tecniche ed economiche inerenti a ciascuno ritardarono per più anni la decisione, e solo nel 1875 la Rappresentanza comunale accordò ai signori Ritterbandt e Dalgairns la costruzione dell'acquedotto secondo un progetto di massima dell'ingegnere Ponti, poi sviluppato dall'ingegnere Fannio, e la concessione dello esercizio per 60 anni. Ai due concessionarî subentrò per contratto la *Compagnie Générale des Eaux pour l' Etranger* che, studiato e vantaggiosamente modificato il primitivo progetto, ne affidò l' attuazione alla *Società Veneta per Imprese e Costruzioni pubbliche.* E i lavori, iniziati nel 1881 furono ultimati in circa tre anni. A norma del contratto l'erogazione doveva farsi in sito a monte della antica presa della Seriola, superiormente allo sbocco in essa del Piorego, per escludere dall'acquedotto le acque di questo, contaminate dal suo passaggio per Padova , ma , considerando che in prossimità alle sponde del progettato lungo canale scoperto si sarebbero trovate molte case coloniche, coefficiente non dubbio d'inquinazione alle acque fluenti nel canale stesso, già non perfette in origine, il Municipio accettò l'offerta della

Compagnia che, in seguito a studî e prove sul luogo, aveva proposta l'alimentazione esclusiva dell'acquedotto con le purissime acque sotterranee di S. Ambrogio, in provincia di Padova, che si sarebbero tradotte sul limite della laguna, a Moranzani, mediante un condotto tubulare metallico.

Acquedotto di Parigi: Il serbatoio di Ménilmontant.

Lo strato acquifero del detto paese giaceva da 12 a 15 metri al di sotto del suolo. Esperimentati varî pozzi artesiani di portata diversa, si notò che quelli di piccolo diametro davano, proporzionatamente ad esso, una maggior quantità d'acqua e non presentavano l'inconveniente, manifestatosi cogli altri, che l'acqua uscisse frammista alle sabbie del fondo e si aprisse un passaggio anche lungo le pareti esterne dei tubi. Venne in conseguenza deciso di erogarla con pozzi ristretti, del diametro interno cioè di soli otto centimetri. E per ottenere una quantità d'acqua sufficiente ai bisogni della città bisognò trivellarne 300. Dai pozzi l'acqua, per una serie di canaletti, passa in un canale collettore che sbocca in una vasca, la quale la immette nel condotto sotterraneo. È questo in ferro e cemento, col diametro interno di 80 cm., e s'innesta con quello sottolagunare a Moranzani, dopo aver percorsa una lunghezza di circa 26 chilometri.

Costò molto lavoro il collocamento del condotto sottolagunare composto di tubi di ghisa, spalmati di bitume vegetale a caldo per favorirne la conservazione del diametro interno di m. 0.80 e ciascuno della lunghezza utile di 4 metri, collegati fra loro a bicchiere e cordone con corda di canape e piombo fuso. Il condotto attraversa le paludi presso la terraferma e la susseguente laguna con un totale sviluppo di metri 6400. Giace sotto il fondo con la groppa a m. 0.50 da esso, e per impedire le deformazioni che avrebbe potuto causare il cedimento di quei terreni disgregati venne posato su robusti cavalletti, due per ogni tubo, formati da una traversa fissata a due pali battuti a rifiuto, il tutto in legname di larice. La messa in opera del condotto sottolagunare fu generalmente eseguita in asciutto mediante grandi casseri formati di solide paratie di legname, i quali però non bastarono sempre a impedire l'irruzione dell'acqua dal fondo interchiuso, sicchè occorse in più punti il sussidio di pompe a vapore. E pure in asciutto furono col metodo stesso eseguiti i sifoni nei varî canali della laguna, tagliati dal tracciato del condotto, eccetto in quelli denominati Donena e Scomenzera, nei quali la maggior profondità e la velocità della corrente avrebbe resa troppo difficile e dispendiosa la costruzione dei casseri. Il lavoro fu fatto tutto da palombari che vi eseguirono la giunzione degli appositi tubi a brida con frapposto anello di caoutchouc e con

viti. E, come i due canali sono molto frequentati dalle barche, per difendere il condotto dai colpi di remo si costruì sulla sua groppa un forte tavolato di rovere, inchiodato a longarine saldate alle teste dei pali dei cavalletti, e vi si dispose da sopra uno strato di terra. Nel passaggio attraverso alla Stazione Marittima il condotto metallico giace in una galleria sotterranea di sufficienti dimensioni da rendere possibile nel suo interno qualunque riparazione si stimasse a quello necessaria durante l'esercizio, a vi si accede da due pozzetti che si aprono a fior di terra ai due capi della galleria.

Per dare al condotto sottolagunare la conveniente aereazione e aprire l'ingresso in esso agli operai, nella eventuale occorrenza di puliture, espurghi e riparazioni, si costruirono lungo il suo cammino 23 pozzetti di ghisa, del diametro interno di m. 1.50, sporgenti dalle acque in modo da interdirne l'ingresso, e muniti superiormente di un disco di ghisa a chiusura ermetica per il caso di straordinarie alte maree. Li difende dagli urti delle barche una corona di pali saldamente piantati. Col fine poi d'isolare al bisogno una data parte del condotto, nove degli accennati pozzetti sono forniti di due saracinesche ciascuno, agevolmente manovrabili nell'interno dei pozzetti medesimi. Oltrepassata la Stazione Marittima e il seguente canale, il condotto, dopo altro breve tratto, mette capo in un serbatoio sito in un ampio recinto adiacente al piazzale di S. Andrea. Tale serbatoio, che può contenere 10.000 metri cubi d'acqua, copre un'area rettangolare, ed ha la platea a 2 metri sotto la comune alta marea e a 5 metri sotto il livello del suolo.

In causa della cedevolezza del terreno di Venezia fino allo strato cretoso, detto *caranto*, che trovasi a ineguali profondità, la parte d'ogni edifizio che richiede ivi le maggiori cautele è la fondazione, specialmente quando abbia a sopportare un considerevole peso, come nel caso in esame. Perciò, eseguito lo scavo in tutta l'estensione che doveva occupare il fabbricato mantenendolo in asciutto, poi che discese sotto al livello dell' acqua marina, mediante il continuo lavoro d'una pompa a vapore, si battè a rifiuto quasi perfetto, in corrispondenza alle murature da costruire, una fitta rete di lunghi e grossi pali di larice, dei quali venne poi segata la parte fuori terra in maniera che le teste sporgessero circa 25 centimetri dal fondo. E negli spazî interposti si piantò un gran numero di pali minori per costipare al più possibile il terreno. Si eseguì in appresso sull' intera superficie dello scavo una gettata di calcestruzzo della grossezza di m. 1,10, formando così un solido monolite collegato in sistema rigido con la palificata, e si eressero su quello le murature, tutte in mattoni d'ottima qualità.

Il serbatoio è diviso in tre scompartimenti, i due laterali larghi m. 28,20, l'altro m. 7,10, e lunghi tutti e tre m. 32,90. I muri di perimetro, formati a scaglioni di metro in metro, sono larghi alla base m. 2,13, alla cima m. 1,44, e sono rafforzati da contrafforti esterni di eguale profilo, larghi m. 1,20 e sporgenti un metro da quelli. La grossezza uniforme dei muri laterali della camera centrale è di m. 1,80. Ciascuno dei compartimenti laterali, è coperto da 42 volte sferiche a pieno sesto su archi a semicerchio e impostati su 30 robusti pilastri isolati a base quadrata, ed altri addossati ai muri d'ambito per tre lati, in corrispondenza ai contrafforti esterni, e sul quarto

lato al muro del compartimento centrale. Questo è coperto da un' unica volta cilindrica a pieno sesto. Con tale costruzione, oltre ad una certa eleganza, si ottenne una grande solidità.

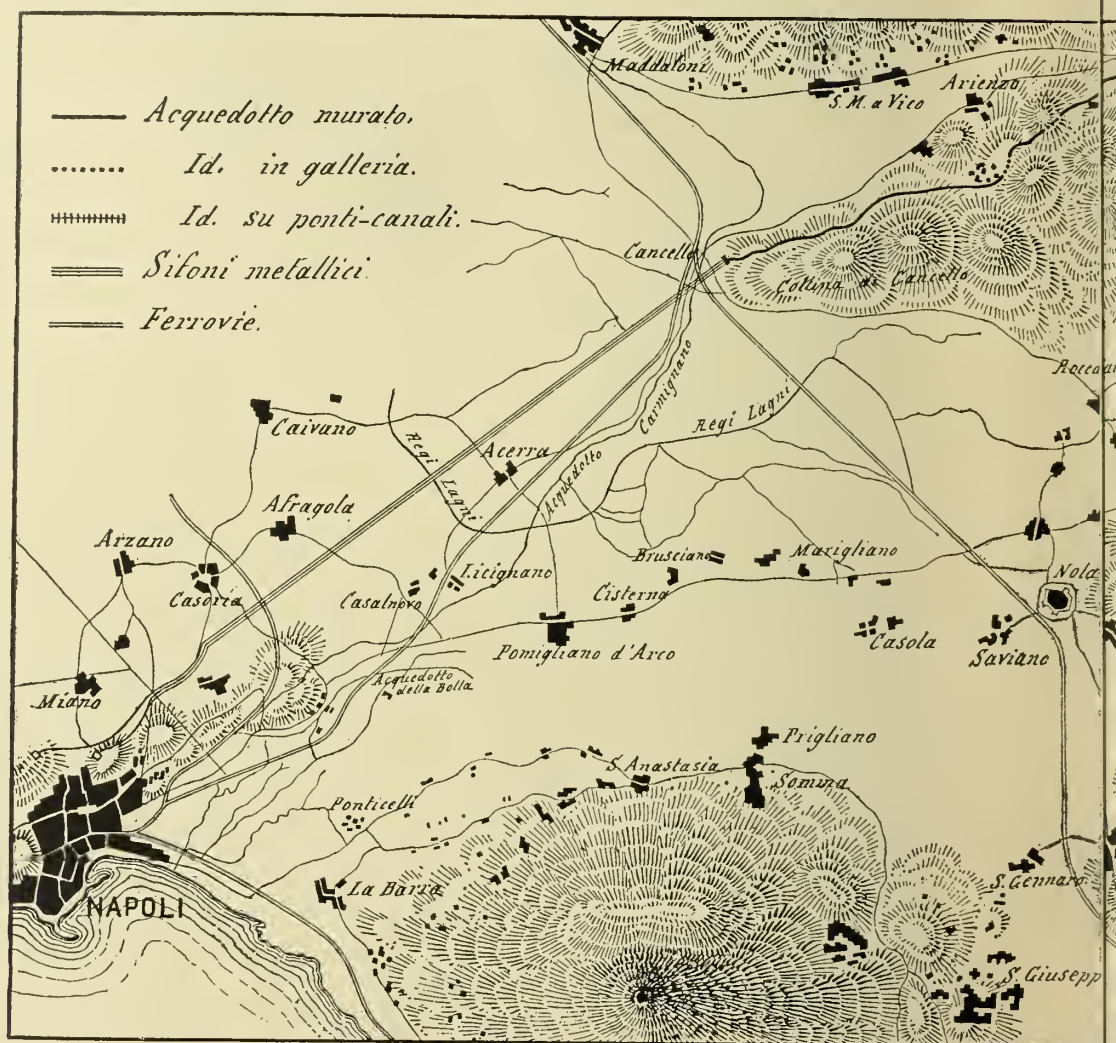
L' altezza dell' edificio, dalla platea alla chiave delle volte sferiche, è di m. 6,50, sicchè non supera che di m. 1,50 il piano del suolo circostante. Per l' aereazione interna, lungo i muri di perimetro e in rispondenza agli archi circolari vi hanno dei finestrini centinati con la soglia poco più elevata del massimo livello dell'acqua nel serbatoio, stabilito di m. 5,00 dal fondo, oltre al quale livello l' acqua si versa da vani sfioratori in apposito canale che la scarica nel vicino pubblico rio di S. Andrea. Tre porte sul prospetto principale dell' edifizio dànno accesso ai singoli compartimenti mediante scalette di pietra ridossate alle pareti interne, per le esplorazioni ed eventuali operazioni occorrenti ; e due più ampie scale esterne sulla stessa fronte menano alla piattaforma superiore del serbatoio, formata da uno strato di terra spianata.

L'acqua si versa nei singoli compartimenti da tre bocche di efflusso, una presso l'estremo del condotto in continuazione di quello sottolagunare, che attraversa la testata della vasca centrale, sul prospetto principale, e si prolunga verso la testata opposta; le altre ai capi di due altri brevi condotti tubulari che si diramano trasversalmente e penetrano nelle vasche laterali. In un analogo sistema di tubi, verso la prima testata, vi hanno le tre bocche di

Acquedotto di Parigi : il Sifone di Chigy.

aspirazione. E tutte e sei le bocche sono munite d'una valvola che, mediante opportuno meccanismo, è manovrata sulla piattaforma sovrapposta all'edifizio, talchè le tre vasche sono al tutto indipendenti una dall' altra, e si può al bisogno votar questa o quella senza interrompere il servizio.

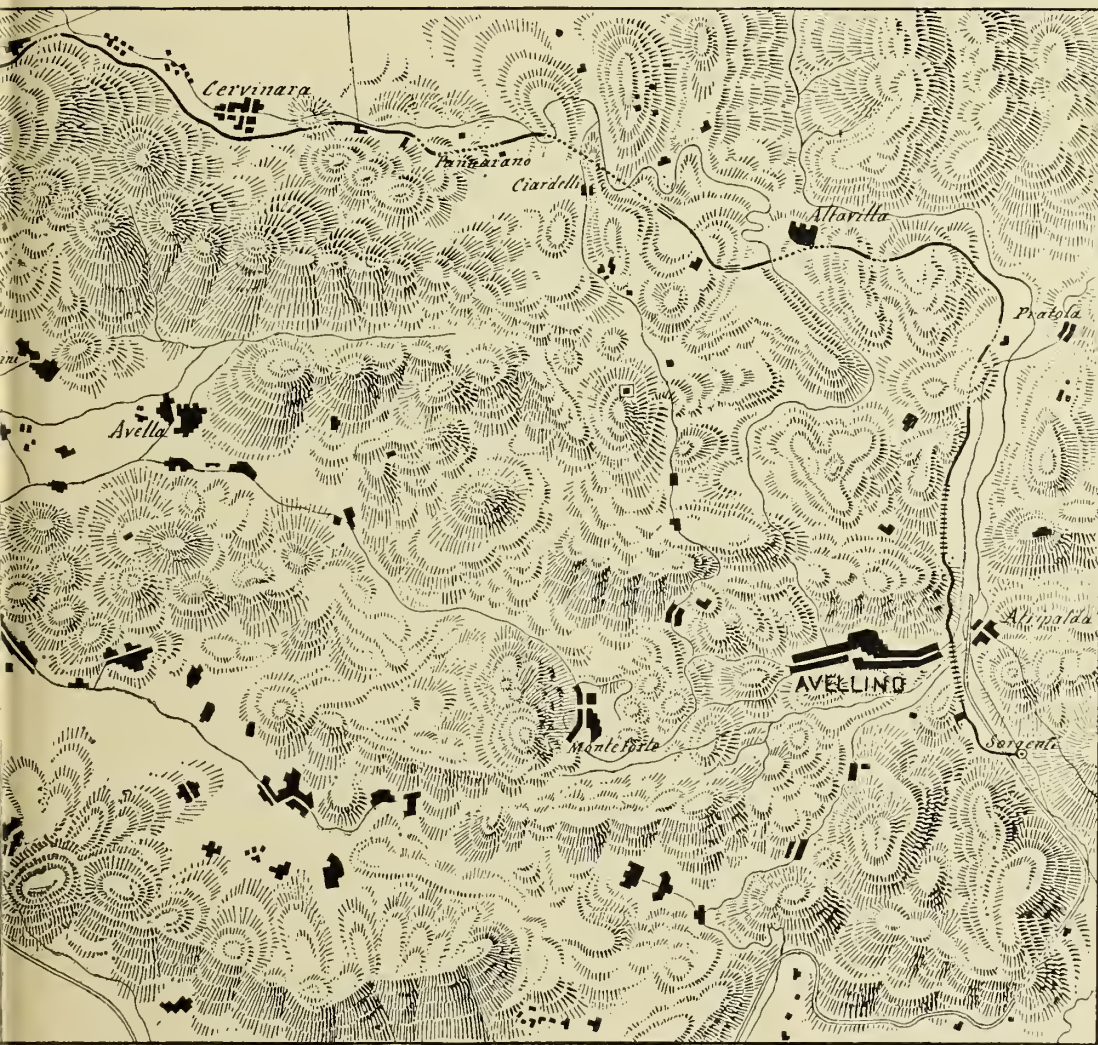
Col mezzo di potenti pompe aspiranti e prementi, poste in un edifizio

appositamente costruito in vicinanza del serbatoio e animate da motori a vapore, l'acqua passa e scorre nei condotti di distribuzione con pressione tale da raggiungere l'altezza degli ultimi piani delle abitazioni in qualunque punto della città. E la posa dei condotti in città per la ristrettezza e sinuosità delle strade, e per il gran numero di canali che dovevano attraversare, non fu certo la meno difficoltosa parte dell' opera. Bisognarono 86 sifoni, i quali per circa la metà furono internati nella muratura dei ponti esistenti, e gli altri furono

Planimetria generale dell'a

costruiti sotto al fondo dei canali prosciugati fra casseri, eccetto i due maggiori sifoni nel Canal Grande e nel profondo rio dell' Arsenale, che furono posti in opera dai palombari, come quelli dei canali Donena e Scomenzera, Tutti i sifoni rovesci dei canali posano sopra solidi cavalletti di legname ed hanno la groppa difesa da un grosso tavolato e da un sovrapposto strato di terra.

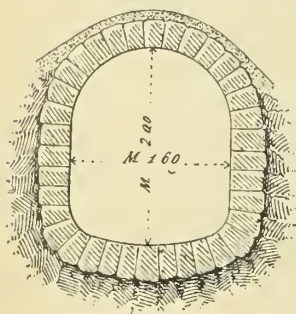
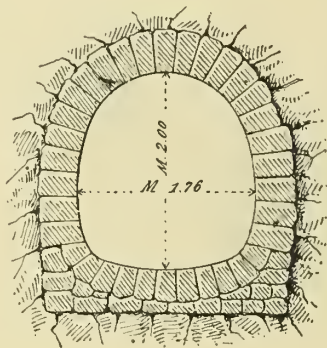
Lo sviluppo totale dei condotti, in città, escluse le diramazioni per le prese private, è di 26 chilometri, e sono tutti in tubi di ghisa di diametro

interno diverso, dai 40 fino ai 15 centimetri, secondo la minore o maggior distanza dal tronco principale che parte dall'edifizio delle pompe. A benefizio poi della classe più povera della popolazione, il nuovo acquedotto, come prescriveva il contratto, fornisce l'acqua anche a 120 antiche cisterne comunali.

Napoli, che, insieme ad altre città vicine già fiorentissime, era in antico largamente provveduta d'acqua potabile dall'acquedotto Claudio, alimentato dalle sorgenti del Serino, posteriormente, guasta e resa inattiva quell'opera

...edotto da Serino a Napoli.

romana, non aveva più che quelle degli acquedotti, molto meno importanti, della Bolla e del Carmignano, e di poche e povere sorgenti locali.

L'acquedotto della Bolla, di vetusta e incerta origine, accoglieva varie sorgenti del piano presso Pomigliano d'Arco, e da Poggioreale metteva capo in Napoli a Porta Capuana, a un livello di poco superiore a quello del mare, formando l'acqua ai più depressi rioni di Mercato, Porto e Pendino. Quello del Carmignano, costruito verso il 1629 dal patrizio Cesare Carmignano, partiva dal fiumicello Isclero, a circa due chilometri a monte di S. Agata

dei Goti, e, percorrendo una linea tortuosa, toccava Maddaloni e Cancello, poi si divideva presso a Cirignano in due rami, che procedevano separati fino in città, uno dei quali serviva unicamente ai mulini municipali, l'altro sboccava al partitore di S. Carlo all'Arena, a 25 metri sopra il livello del mare, e forniva l'acqua ai medî e in piccola parte ai rioni più alti.

Acquedotto del Serino.

Ma, benchè l'acquedotto del Carmignano ricevesse più tardi, al di sotto di Maddaloni, anche l'acque d'avanzo di quello di Caserta, il ramo assegnato al pubblico uso non portava che circa 10.000 mc. d'acqua al giorno nelle più favorevoli stagioni, e appena la metà nelle altre. E siccome quello della Bolla ne dava al massimo ogni 24 ore 15.000 e al minimo 12.000, è chiaro che la quantità totale mal rispondeva ai bisogni d'una popolazione che toccava il mezzo milione, specialmente negli ultimi tempi per le cresciute esigenze della vita moderna.

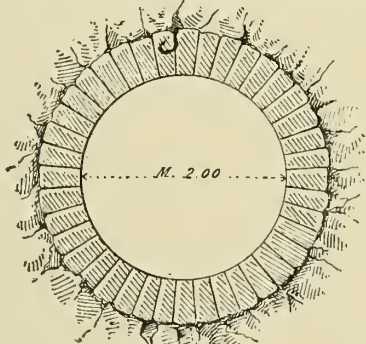
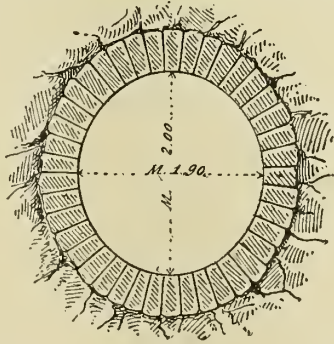
Fino dal 1560 l'ingegnere Lettieri, desideroso di avvantaggiar la città, elaborò e propose un progetto sommario di condurvi le acque del Serino; ma era quella governata allora da un viceré spagnuolo, e si sa che quei signori, per contentare i monarchi da essi rappresentati, erano più pronti ad asciugar le tasche degli amati sudditi che a spendere un quattrino a loro benefizio. Così che la santa idea restò sepolta appena nata e per anni e anni nessuno più pensò a disotterrarla. La ravvivò e sviluppò solo nel secolo XIX l'ingegnere Felice Abate che, dopo lunghi e accurati studî sulle tracce dell'acquedotto Claudio, compilò e presentò, nel 1862, al Comune di Napoli un progetto per riunire alle inferiori le superiori sorgenti del Serino, di guidarle con un canale murato fino al piano di Montoro, e d'immetterne quivi una parte in un condotto forzato metallico e il rimanente nell'acquedotto romano restaurato, dai quali sarebbe sboccata in città entro a due grandi serbatoi, uno in capo alla conduttura forzata, per la distribuzione ai quartieri più elevati, il secondo all'estremo del canale murato, per gli altri quartieri. E da quel progetto ebbero origine i successivi studî e le pratiche amministrative che condussero dopo parecchi anni alla soluzione definitiva.

Bandito un concorso per la costruzione e l'esercizio dell'acquedotto delle acque del Serino, fu aggiudicata con Deliberazione Consiliare del Giugno 1873 la concessione ai signori Mamby e Roberti, in base al progetto di massima dell'ingenere Bateman. Però il municipio di Napoli non ottenne che nell'agosto del 1877 la promulgazione del Decreto dichiarante opera di pubblica utilità l'acquedotto da costruirsi. Nel frattempo ai signori Mamby e Roberti succedeva la *General Credit and Discount Company limited* che chiese ed ottenne

varie modificazioni ai patti precedenti, per le quali venne stipulato il 3 aprile 1878 un nuovo contratto. La suddetta Compagnia costitui quindi la Società *The Naples Water Works Company limited* che, secondo le disposizioni dell'accennato contratto, assunse tutti i diritti e gli obblighi della concessione.

Col suo progetto, l'ingegnere Bateman, come da prima l'Abate, proponeva l' allacciamento delle sorgenti superiori e inferiori del Serino, e dalle seconde fino al versante in direzione di Napoli della collina che domina Cancello, un condotto a sezione libera, diviso in tre tronchi di pendenza diversa, il quale versasse le acque in una tasca scoperta che le immettesse in una conduttura forzata metallica, costituita da due sifoni rovesci, posti l'uno accanto all'altro, e che mettessero capo in città. Quivi, per la notevole differenza di livello dei varî rioni, il servizio si sarebbe diviso in tre zone, mediante il biforcamento d'uno dei sifoni in prossimità di Napoli, e mediante tre serbatoi posti ciascuno ad un'altezza rispondente all'ufficio loro particolare.

Il progetto Bateman fu sviluppato, con relativi studî sul terreno, dall'ingegnere Giacomo Profumo, che venne poi eletto a direttore tecnico dei lavori dell'acquedotto e che, morto nel 1884, non ebbe il compiacimento di veder compiuta la grande opera cui aveva consacrato tutto sè stesso. Di quel progetto si seguirono bensì nella esecuzione i caratteri generali, ma vi si fecero numerose ed utili modificazioni e innovazioni, fra le quali notansi l' abolizione quasi totale dei sifoni metallici nel tratto fra l' origine dell' acquedotto e la collina di Cancello, sostituendo ad essi delle opere di struttura murale o facendo girare al tracciato le coste dei monti; la riduzione del profilo longitudinale ad una pendenza costante; e la limitazione a due sole zone del servizio di distribuzione in città.

I lavori, cominciati verso la fine del 1881, tranne la galleria Ciardelli, della quale la Compagnia serbò a sè la costruzione, furono eseguiti dalla *Società Veneta per Imprese e Costruzioni pubbliche*, e compiuti in poco più di tre anni. Dei canali murati e coperti a volta laterizia raccolgono le acque dalla sorgenti e le versano in un fabbricato a tre piani, l'ultimo dei quali è a livello del suolo circostante, il medio all'altezza della platea dei collettori che sboccano in esso, e l' inferiore due metri al di sotto. L' acqua dal piano centrale scende nell' inferiore, dal quale si spicca l'acquedotto, e nel piano fuori terra si eseguisce la manovra delle saracinesche poste in fronte alla bocca dei collettori e destinate a moderare o a interrompere del tutto l'erogazione dell'acqua secondo il bisogno.

Acquedotto del Serino

L'acquedotto murale in conduttura libera ha la totale lunghezza di 59 chilometri e mezzo. È parte a mezza costa, parte in pianura e parte in galleria,

secondo la configurazione superficiale della zona che doveva percorrere, e giace sempre e interamente sepolto a maggiore o minore profondità nel terreno, ma non mai con la groppa a distanza minore di un metro dal suolo, e ciò per mantenere la freschezza dell'acqua per l'intero cammino. La sezione normale è costituita da una platea ad arco rovescio a tre centri, raccordato a piedritti che sostengono una volta a pieno centro, ed ha la larghezza di m. 1.60 e l'altezza centrale di m. 2. In più tratti però le condizioni speciali del terreno indussero a variare la forma della sezione, affine di ottenere una resistenza maggiore, ma se ne mantenne ognora equivalente la luce. Similmente, a seconda delle circostanze locali, oltre alla grossezza delle murature, si variò la natura dei materiali, impiegando a vicenda il calcare od il tufo, o interponendo al tufo dei filari di mattoni, o usando unicamente di questi.

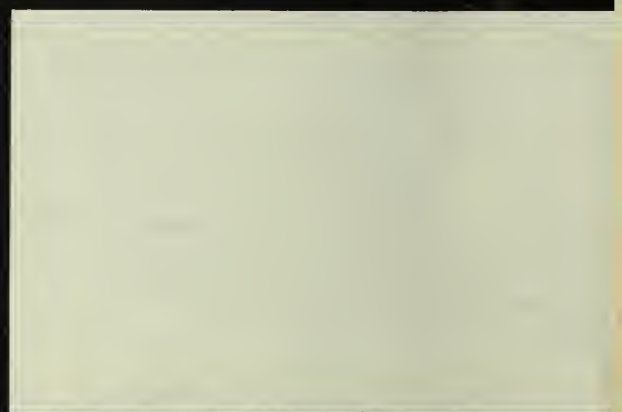
La vòlta, composta di cunei regolarmente profilati, è coperta da una cappa di pietrisco o di lapillo, battuta a conveniente rifiuto. Le murature tutte sono cementate con ottima malta di calce, sabbia e pozzolana. E la superficie interna dell'acquedotto è poi tutta rivestita in cemento di Grenoble, per diminuire l'attrito e impedire le infiltrazioni e le dispersioni.

La parte più ardua dell' impresa nel tratto in esame, fu la costruzione delle numerose gallerie che hanno un totale sviluppo di 14 chilometri e mezzo. Per talune, e specialmente per quella di Ciardelli, lunga m. 3200, opposero seri ostacoli le enormi spinte delle argille umide dell' interno delle montagne, e le copiose polle, non che lo sviluppo e l'esplosione di gas infiammabili; e per quella di Altavilla, lunga m. 1500, la durezza della *puddinga* da perforare, che permise in vari punti di ommettere la volta manufatta. Nelle gallerie più lunghe la piccola sezione difficoltò assai lo scaricamento del materiale risultante dallo scavo ed il trasporto sul luogo di quello necessario per le murature, onde fu d'uopo di scavare dei pozzi molto profondi. Tuttavia ne risultò il vantaggio che alcuni di essi furono lasciati aperti a lavoro compiuto, e giovarono all'aereazione dell'acquedotto durante l'esercizio.

Altre importanti opere lungo questo primo tratto sono i ponti-canali, i sifoni e le cadute. I ponti-canali, che sono più di una ventina, hanno un complessivo sviluppo di m. 1800. I più notevoli sono i due di Atripalda, uno dei quali lungo 300 metri e con 18 arcate, l'altro lungo m. 163 e con 12 arcate, attraversanti la strada provinciale di Melfi e quella nazionale delle Puglie: quello di Montevergine di 25 luci e lungo m. 350, che accavalca il vallone di Rio Vergine; e quello sul Rio Noci con 31 arcate e lungo quasi mezzo chilometro. Tutte le arcate sono a pieno sesto con la corda di m. 8.00. tranne quelle soprapposte alle strade, che hanno la corda di circa m. 13.50, Sono tutti edifizî di solidissima costruzione e, benchè parcamente decorati, appaiono a un tempo imponenti ed eleganti.

Fra i tanti sifoni metallici proposti dal Bateman per il tratto in esame, se ne costruirono due soli, e questi attraverso ai profondi valloni dei Tronti e dei Gruidi, presso Altavilla Irpina, consigliandoli la natura di quei terreni malfermi, che avrebbero reso necessaria una grossa spesa per dare una solida base ad opere murali. Il sifone dei Tronti è lungo m. 588, l' altro 526, e sono formati il primo con quattro file di tubi di ghisa, l'uno accanto al-

I Principalli Mezzi Di Trasporto Durante Il Secolo XIX
(composizione di R. Paoletti)

this Plate is missing.

l'altro, il secondo con tre. I tubi hanno il diametro interno di 80 centimetri, e sono a bicchiere e cordone, con le giunzioni a piombo fuso ribattuto. Alimenta ciascun sifone una camera in muratura, nella quale sbocca l' acquedotto superiore, e all'altro estremo il sifone si scarica in una simile camera a cui risponde il successivo condotto murale.

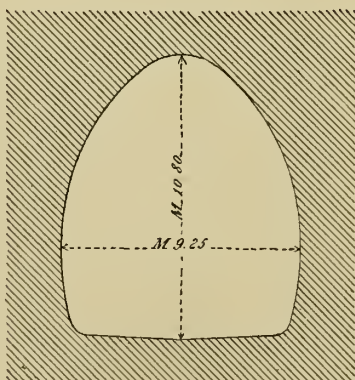
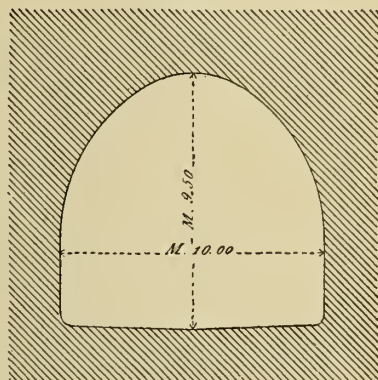
Le cadute sono tre e le rese necessarie la differenza di livello fra i due estremi del condotto murale, che superava di m. 78.43 quella occorrente alla pendenza fissata del condotto stesso. La prima, alta 5 metri, è in testa d'uno dei ponti-canali in vicinanza di Atripalda; la seconda di m. 36 trovasi sulla scesa della Sella di Arpaia; l'ultima di m. 37.43 è sul pendio verso Napoli della collina di Cancello. Il condotto conserva in esse la sezione normale, ma la platea è formata a gradoni, per attenuare gli urti e scemare la velocità dell'acqua.

SEZIONE DELLE VASCHE

Acquedotto del Serino.

Per il caso che si volesse utilizzare come motrice la forza sviluppata dalle cadute, si è costrutto alla sommità loro una camera, dal fondo della quale potrà effettuarsi la presa totale o parziale mediante condotti metallici, le testate dei quali sono già poste in opera, e delle paratoie opportunamente situate intercetteranno in tutto o in parte la discesa dell' acqua nella caduta. L' acqua estratta così dal condotto, dopo che avrà esercitata l'azione sua sui motori, si scaricherà per un canale coperto in una vasca, già costruita appiedi della caduta, donde rientrerà nell'acquedotto.

Lungo l'acquedotto in conduttura libera vi hanno delle camere di scarico, alle quali corrispondono dei canali che mettono capo nei prossimi torrenti. Le camere, munite di congegni di chiusura, servono ad ottenere l' asciugamento del tronco di condotta ad esse inferiore, allo scopo di potervi eseguire le operazioni che si rendessero eventualmente occorrenti. E ogni 200 metri in media, escluse le gallerie, e alle due testate di queste, vi sono dei pezzetti con la bocca a livello del suolo, chiusa da un sigillo di pietra facilmente amovibile, e dai pozzetti, mediante una scala stabile a grappe di ferro, si può scendere nell'acquedotto, per ispezioni e restauri.

La conduttura forzata è costituita da tre sifoni rovesci, col diametro interno due di 80 centimetri e l'altro di 70, quelli per il servizio delle parti media e bassa della città, il terzo per il servizio del rimanente. I tubi sono di ghisa grigia di seconda fusione, e provengono dalla *Società degli Alti Forni* di Terni. Il loro collegamento, come in quelli dei sifoni precedentemente descritti, è fatto a bicchiere e cordone con piombo a caldo ben ribattuto.

La testa dei sifoni è in due vasche di presa poste a differente altezza sul colle di Cancello. La vasca superiore, che trovasi al piede dell'ultima caduta del condotto murale, comprende tre camere, una delle quali accoglie direttamente l'acqua del condotto, un'altra serve alla presa del sifone di 70 centimetri, e la terza, frapposta alle due, dà sfogo all' acqua esuberante che, per una nuova caduta, scende alla vasca inferiore. Analogamente costrutta è la vasca inferiore che alimenta i due sifoni di 80 centimetri, e la relativa camera di scarico immette l'acqua eccedente in un canale scoperto, che segue il pendio della collina e si scarica in un canale di scolo della sottostante pianura.

I tre sifoni dalle vasche di presa procedono paralleli e sempre in linea retta, da prima giù per la ripida china della collina, poi con minore pendenza fino ai Regi Lagni, e di là si elevano fino all'altipiano di Capodichino, percorrendo una totale lunghezza di oltre a 18 chilometri.

Dal piazzale di Capodichino susseguono tre altri sifoni di simile struttura ma di molto minore lunghezza, sviluppantisi attraverso al vallone di Miano, dopo il quale hanno termine i due sifoni da 80 centimetri. Sboccano colà in una camera simile a quelle dei sifoni dei Tronti e dei Gruidi, e dalla camera parte un canale murato lungo circa due chilometri, che porta e versa direttamente l'acqua nel serbatoio di Capodimonte.

Il sifone di 70 centimetri, superato il vallone di Miano, prosegue da sotto alla strada di S.ª Maria dei Monti, scorre in una galleria artificiale di muratura lunga m. 320 nel parco di Capodimonte, e dopo un'altra galleria naturale di m. 350, attraversa la strada provinciale di Miano, entra nella villa del Balzo, passa per due altre gallerie di m. 386 e 500, supera con un ponte murato il vallone della Catena, sèguita in ascesa, e, mediante due ultime e brevi gallerie, sbocca finalmente nel serbatoio più alto.

Il letto di posa dei tubi è disposto in maniera che la groppa loro trovasi sempre almeno a m. 1.25 sotto del suolo, e in qualche punto lo strato sovrapposto supera la grossezza di 4 metri.

Nel lungo cammino dei sifoni principali abbisognarono numerose e importanti opere d'arte, come sono i sottopassaggi delle strade e corsi d'acqua, e quelle per il valico di profondi valloni, e le gallerie a doppia luce sotto le ferrovie di Cancello-Avellino, Napoli-Roma e Napoli-Foggia, e il sottopassante del canale Mofito, e i ponti obliqui sui Regi Lagni e sui valloni di Miano e della Catena.

I serbatoi sono di costruzione affatto speciale, poichè per essi, profittando della natura vulcanica del sottosuolo formato in gran parte da vasti banchi di tufo, alle costruzioni murali si sostituirono delle ampie gallerie scavate e profilate nel tufo stesso e non rivestite, tranne in casi eccezionali, di alcuna muratura.

Il serbatoio per il servizio dei medî e bassi quartieri è formato da 5 gallerie parallele e distanti una dall'altra m. 18.50 da asse ad asse, scavate alla media profondità di m. 50 dal suolo, con una sezione ovoidale su d' una platea piana leggermente inclinata lungo l'asse, di larghezza massima m. 9.25 e di altezza centrale m. 10.80. Le suddette gallerie, eccetto quella mediana, sono poste a due a due in comunicazione con un tronco trasversale di se-

zione eguale a quella delle gallerie stesse, sicchè i due gruppi e la centrale formano propriamente tre serbatoi isolati e indipendenti. L'altezza massima dell'acqua è stabilita in essi a m. 8.00 dal fondo, e con tale altezza hanno in tutti la capacità di 80.000 metri cubi, capacità raggiunta da ben pochi serbatoi finora costrutti. Alle fenditure naturali della roccia, che si presentarono in quantità durante lo scavo, si riparò con solida muratura. La platea

L'inaugurazione dell'Acquedotto di Napoli — La fontana in Piazza Plebiscito.

e le pareti fino a m. 8.50 d'altezza furono in ogni galleria intonacate con cemento di Grenoble. L'aereazione si effettua per sette pozzi con la bocca superiore sporgente dal suolo.

La situazione idraulica dei tre serbatoi si è ottenuta con tre gallerie forate a differenti altezze e aventi gli assi presso che nello stesso piano verticale. Nella superiore sbocca l'acqua dell'acquedotto in una cunetta scoperta, tagliata nella platea della galleria, e per tre diramazioni, che partono dalla cunetta, l'acqua si versa nei serbatoi mediante uno scivolone rivestito di muratura e profilato verso il fondo a cuna parabolica. Una paratoia in ciascuna diramazione regola l'immissione a norma del bisogno.

La seconda delle suddette ultime gallerie, posta in corrispondenza alla platea dei serbatoi, serve alla presa dell'acqua che, con la rete dei condotti

in città, viene distribuita per il consumo. A tale scopo, vi hanno sul fondo della galleria due condotti di ghisa, del diametro interno l'uno di 80 e l'altro di 60 centimetri, ai quali s'innestano ad angolo retto tre coppie di altri condotti metallici di corrispondenti diametri, che attraversano il masso di tufo e raggiungono coll'opposta bocca la platea dei tre serbatoi. Sei saracinesche, manovrabili nella medesima galleria, regolano la presa, e con tale disposizione si può fare separatamente la presa in questo o quel bacino, e nell'uno o l'altro condotto della galleria. Nel caso improbabilissimo che tutte le vasche fossero in riparazione simultaneamente, la presa si farebbe direttamente nella cunetta di arrivo, col mezzo di due condotti tubolari che dal fondo di quella scendono verticalmente attraverso al masso, entrano nella galleria di distribuzione e s'innestano a quei condotti maestri. Nelle circostanze ordinarie quei condotti secondari agiscono come fiatatoi.

L'ultima galleria sottoposta al fondo dei bacini ha lo scopo di ricevere e smaltire le acque che per qual si sia motivo convenga mettere in rifiuto. Perciò tre condotti metallici dal fondo dei tre bacini di mezzo mettono nella Galleria, stessa, e si può ottenere per essi il completo vuotamento dei bacini. Tre saracinesche, i manubri delle quali trovansi nella superiore galleria di distribuzione, chiudono ed aprono il varco alle acque, secondo il bisogno.

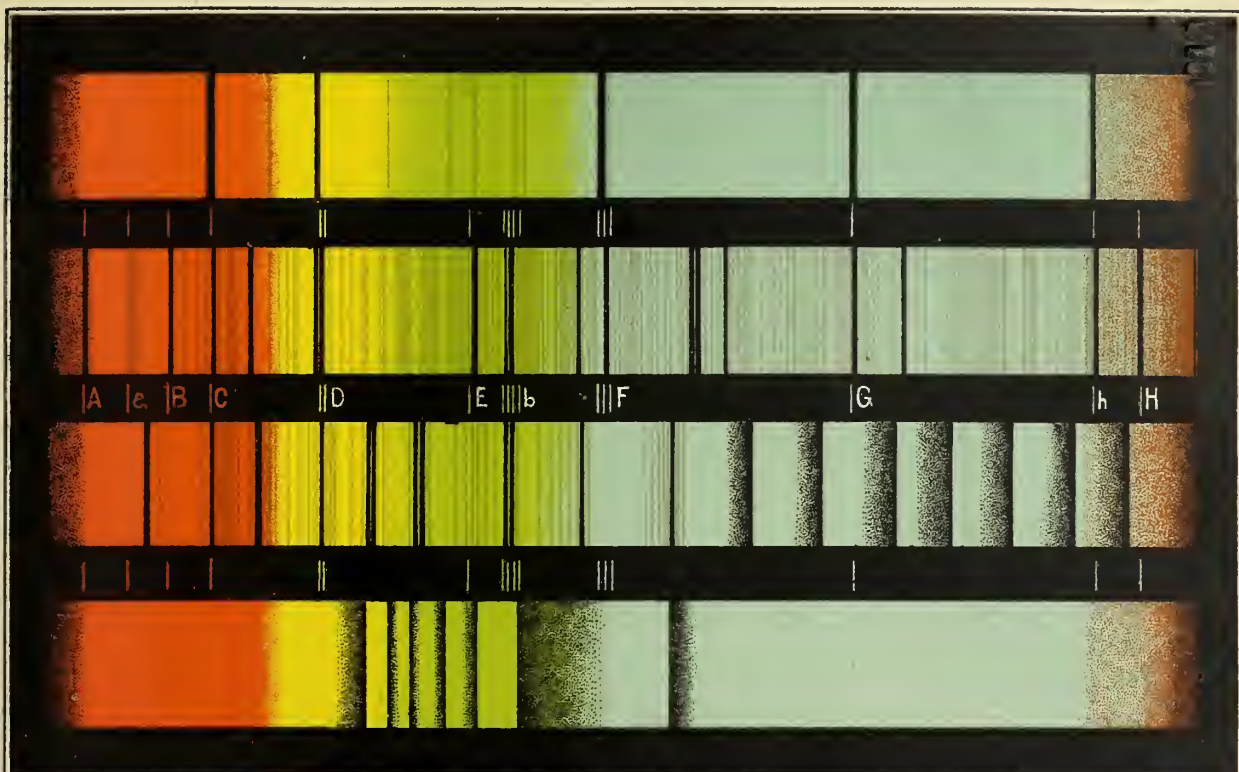
Tutte le vasche sono fornite di vani semicircolari del diametro di m. 400, con la soglia a 8 metri dalla platea, e mantengono la voluta altezza dell'acqua, dando il passaggio a quella eccedente e versandola in un pozzo verticale del diametro di 2 metri, dal quale passa nella galleria di scarico, dove scende pur l'acqua esuberante della galleria d' immissione mediante altro pozzo, e dove ancora un pozzo immette quella che, per qualche guasto, potesse sfuggire dai condotti maestri. Dalla galleria di scarico, poi, l'acqua entra in un lungo canale a scaglioni, e mette foce nel traforo dei Vergini, presso alla Sanità.

Si accede alle tre gallerie da ultimo descritte per una comoda scala ad elica, sviluppantesi in un pozzo circolare che sbocca nella galleria d'immissione e, insieme con due altri, vi genera la necessaria ventilazione. La scala però, ad una certa profondità, devia in un cuniculo e prosegue quindi in un pozzo cieco, donde, ai relativi livelli, si spiccano altri cuniculi che menano alle singole gallerie. Ai bacini, invece, si accede dalla galleria d' immissione, e si perviene al fondo di essi da scale addossate alle pareti.

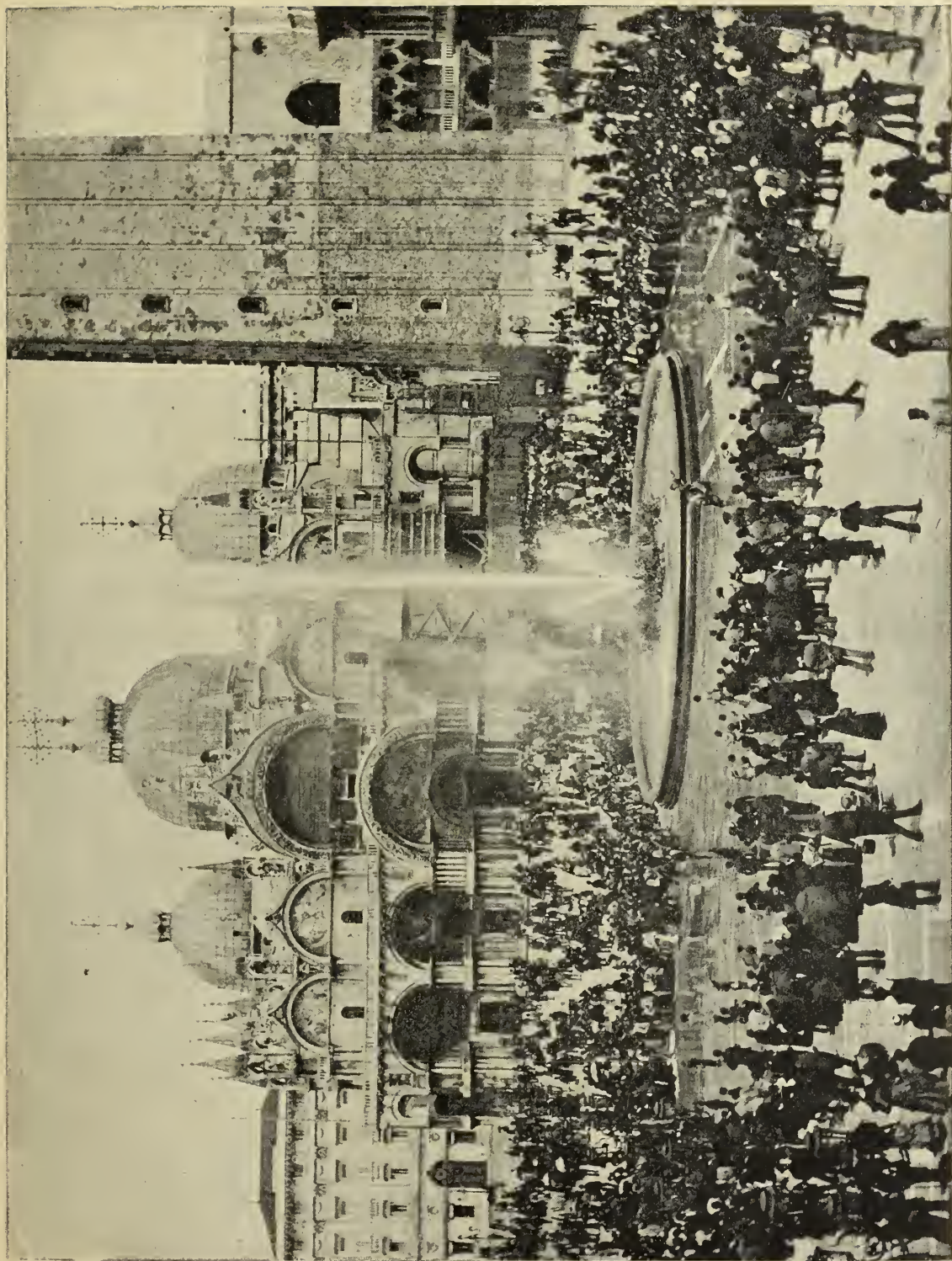
Il serbatoio per il servizio dei quartieri alti è composto di tre gallerie, scavate alla media profondità di m. 30 dal suolo. La sezione è formata da una platea piana, da piedritti verticali alti m. 3.00 e da una volta policentrica, ed ha la larghezza fra i piedritti di m. 10.00 e l' altezza in chiave di m. 9,50. Ciascun bacino, isolato e indipendente, è arieggiato da un pozzo circolare ed ha la lunghezza di metri 114. L' altezza massima dell' acqua è stabilita di m. 6.00 dal fondo, e i tre bacini hanno insieme la capacità di 20.000 metri cubi.

La sistemazione idraulica si è ivi ottenuta con due sole gallerie scavate in testa e normalmente alle vasche. La superiore, in corrispondenza alla volta di quelle, serve all'immissione, l' inferiore, in corrispondenza al fondo, alla distribuzione e scarico.

LE GRANDI
LINEE TELEGRAFICHE
SOTTOMARINE
BOSNIA
CORSICA
SARDEGNA
MAR TIRRENO
MAR MEDITERRANEO
MAR JONIO
ROMA
NAPOLI
PALERMO
MESSINA
CATANIA
LIVORNO
VENEZIA
TRIESTE
TUNISI
Malta
Valona
I. Corfù
P. Said
Suez
Djedda
Suakin
Massaua
Assab
Aden
I. Perim
Fao
Bushire
Stab. Dr. F. Vallardi
Proprietà Artistica

Spettri degli astri principali.

SPETTRI STELLARI.
Stella del primo, del secondo, del terzo, del quarto tipo

Spettro ordinario delle comete.

Spettro di alcune nebulose.

L'inaugurazione dell'Acquedotto di Venezia — La fontana provvisoria in Piazza S. Marco.

In tutto il resto il serbatoio è costruito analogamente a quello maggiore.

La totale capacità dei due serbatoi è dunque di 100.000 metri cubi, quantità imposta dal contratto e rappresentante il consumo giornaliero calcolato sulla base di 200 litri per abitante. E non vi ha dubbio che l'acquedotto possa fornire ogni giorno la suddetta quantità, dacchè il condotto murale ha la perenne portata a Cancello di 2 metri cubi al minuto secondo, cioè di m.c. 172.800 ogni 24 ore. Da ciò, il vantaggio che la gran massa di acqua esuberante potrà con ulteriori lavori sopperire a nuovi bisogni della città o dei dintorni, o andar proficuamente impiegata, come si è accennato dinanzi, quale forza motrice.

Per la canalizzazione in città, la rete, tutta in tubi di ghisa di diametro vario, secondo lo richiedevano i singoli tratti, posati a conveniente profondità dal suolo, fu stabilita per ramificazione da condotti principali o maestri, e per circolazione continua in quelli secondari. La lunghezza sviluppata dell'intera rete oltrepassa i 100 chilometri.

E non ci resta, ora, che accennare alla grande opera che solleverà dalle tristissime condizioni in cui versano per mancanza d'acqua, le vaste e ricche provincie pugliesi, e per la quale tanto si è studiato, si è sognato, si è intensamente desiderato dal 60 in qua. Sarebbe lungo accennare soltanto a tutti i progetti fatti da ingegneri e industriali, e naufragati per mancanza di opportunità e per deficienza di fondi. Nel 1865 un ingegnere suggerì la derivazione delle acque dal Bradano, in Basilicata, mediante serbatoi; altri pensarono all'Ofanto, al Locone, al Biferno, ecc. fino a che l'ing. Francesco Zampari, presentò, nel 1886, un suo progetto di derivazione dalle acque del fiume Sele. In principio, quel progetto, importava lire 58,000,000, quindi fu ampliato fino a 76,000,000; e poscia per una portata, che certo non esiste sempre, di 5 a 7 metri cubi al minuto secondo fu calcolata la spesa a 100,000,000, accresciuta infine a 125,000,000. Un altro progetto inteso a derivare dalle sorgenti del Sele 3 metri cubi al minuto secondo con una spesa di lire 39,000,000, per le sole provincie di Bari e di Foggia presentò poi, nel 1888, il cav. D'Elia, ingegnere capo della provincia barese. In seguito, la Deputazione della medesima provincia aprì un concorso, al quale presero parte lo Zampari per derivazione del Sele, i fratelli De Vincentis per derivazioni dal Sele e dal Calore, e gli ingegneri Bruni Gaetano e D'Orsi dal Calore. Una Commissione arbitrale composta da Spaventa, Baccarini e Fornari giudicò che niuno dei concorrenti aveva risposto al programma e che l'unica proposta che più si avvicinava era quella dello Zampari. Questi fu invitato dalla Provincia a presentare concrete offerte, ma le trattative, che a forza di proroghe e dilazioni durarono sei anni, non approdarono a nulla, a segno che, alla scadenza dell'ultimo termine concessogli (31 gennaio 1896), lo Zampari dovette convevenire di non aver fatto gli studî definitivi e di non aver potuto costituire la società finanziaria; dimodochè perdette ogni diritto alla cauzione prestata. Allora una Sottocommissione fece minutamente studiare le sorgenti del Calore Irpino e del Sele, sia nei fenomeni di variazione delle loro portate, sia nelle loro qualità organolettiche, chimiche e bacteriologiche, e venne alla conclusione che le sole sorgenti all'uopo utilizzabili per alimentare le Puglie sono quelle del Sele le

quali rispondono ai caratteri delle migliori acque potabili e risultano adeguate ai bisogni, e benchè situate nell'opposto versante dell'Appennino, si trovano essere le più prossime fra quelle presentanti i necessarî requisiti di portata e qualità. Una legge del 14 luglio 1898 ordinò la compilazione di un progetto tecnico, affidata dal Ministero ad uno speciale ufficio tecnico del Genio civile, diretto dall'ingegnere capo cav. Giovanni Battista Bruno; e il progetto venne presentato il 30 settembre del 1899. Esso comprende cinque parti: le opere di allacciamanto delle sorgenti di Caposole e la condotta comune delle acque per le tre previncie di Foggia, Bari e Lecce; le opere di condotta comune per Bari e Lecce; le diramazioni per Foggia; infine quelle per Bari e quelle per Lecce; in tutto 16 distinti progetti completi, redatti di tutti i particolari. L'opera intera costerà, escluse le reti urbane, 163 milioni di lire, dei quali 25 e mezzo di spesa spettano a Foggia, 59 e mezzo a Bari e quasi 78 milioni a Lecce. In totale il progetto comprende km. 262 di canale principale e km. 1398,251 di diramazioni. Il canale principale è progettato da eseguirsi per km. 58,902.32 in galleria, per km. 188,051.41 in trincea, per km. 7,837.72 su ponti e canali e per km. 8779.50 in sifoni. Esso servirà a 188 centri abitati, e ad una popolazione di circa 1,500,000 abitanti.

L'acquedotto darà solo acqua potabile, e non potrà servire per l'irrigazione, data anche la temperatura dell'acqua. Esso avrà una portata minima di mc. 2500. La ripartizione dell'acqua sarà per le città di Foggia, Bari e Barletta di litri 200 per ogni abitante nelle 24 ore; per Lecce di litri 150. Per le città e i Comuni minori la misura diminuisce a 100, 75, 50 litri per ogni abitante nelle 24 ore.

I Pugliesi, dunque, nel secolo che appare, non avranno più a soffrire la sete; e noi auguriamo che possano, con le loro fauci, dissetarsi presto anche le terre delle loro tre grandi provincie, e prepararsi a una nuova, feconda, prodigiosa primavera.

Il Secolo XIX

LE GRANDI LINEE TELEGRAFIGHE SOTTOMARINE

Il Secolo XIX

Stab.^ Lit.^ della Casa Editrice D.^r Francesco Vallardi